

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 2000278190
PUBLICATION DATE : 06-10-00

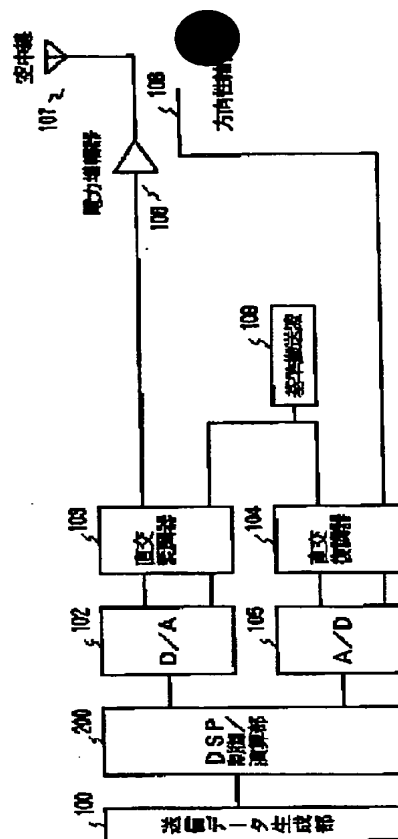
APPLICATION DATE : 19-03-99
APPLICATION NUMBER : 11076729

APPLICANT : FUJITSU LTD;

INVENTOR : TAKADA OKIYUKI;

INT.CL. : H04B 7/005 H04B 1/62 H04L 27/36

TITLE : ENVELOPE DETECTION TYPE
LINEARIZER AND METHOD FOR
UPDATING DISTORTION
COMPENSATION USED FOR THE
LINEARIZER



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To accurately and quickly compensate distortion by comparing an amplitude and a phase of a digital signal to be transmitted with those of a feedback signal so as to calculate and estimate the distortion of an amplifier and apply pre-distortion processing to the transmission signal.

SOLUTION: Data from a data generating section 100 are subjected to pre-distortion by a control/arithmetic section 200 that is a digital signal processor DSP and transmitted via a D/A converter 102, an orthogonal modulator 103 and a power amplifier 106. Part of the transmission wave is given to an orthogonal demodulator 104 via a directional coupler 108. The orthogonal demodulator 104 demodulates the received signal into a digital signal, which is given to the control/ arithmetic section 200. The control/arithmetic section 200 compares an amplitude and a phase of the transmitted digital signal with those of a feedback signal resulting from demodulating a transmission output of the digital signal, calculates and estimates distortion of a transmission circuit according to, e.g. the least mean squares LMS method to generate a compensation table so as to apply pre-distortion processing to the transmission digital signal.

COPYRIGHT: (C)2000,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2000-278190
(P2000-278190A)

(43) 公開日 平成12年10月6日 (2000. 10. 6)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード* (参考)
H 0 4 B 7/005		H 0 4 B 7/005	5 K 0 0 4
1/62		1/62	5 K 0 4 6
H 0 4 L 27/36		H 0 4 L 27/00	F 5 K 0 6 6

審査請求 未請求 請求項の数58 O L (全 28 頁)

(21) 出願番号 特願平11-76729

(22) 出願日 平成11年3月19日 (1999. 3. 19)

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号

(72) 発明者 下瀬 正史

福岡県福岡市博多区博多駅前三丁目22番8
号 富士通九州ディジタル・テクノロジ株
式会社内

(74) 代理人 100070150

弁理士 伊東 忠彦

最終頁に続く

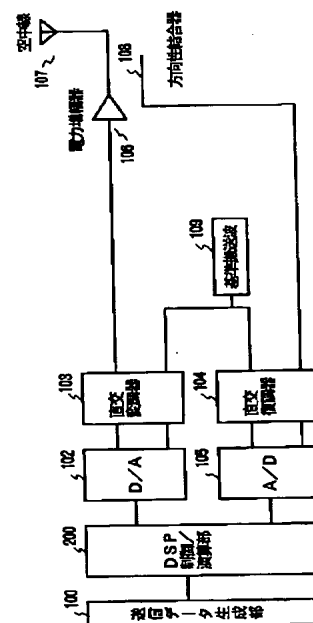
(54) 【発明の名称】 エンベロープ検出型リニアライザ装置及び該リニアライザ装置に用いられる歪み補償更新方法

(57) 【要約】

【課題】 エンベロープ検出型リニアライザ装置及び該装置に用いられる歪み補償更新方法において、歪補償を早くかつ正確に行うことを目的とする

【解決手段】 データ生成部100より送出されたデータは、DSPである制御/演算部200でプリディストーションされ、ディジタル・アナログ変換器102、直交変調器103、電力増幅器106を介して送信される。送信波の一部は方向性結合器108を通じて直交復調器104に入力される。直交復調器104は、ディジタル信号を復調し、制御/演算部200に入力する。制御/演算部200は、送出されるディジタル信号と該ディジタル信号の送信出力を復調して得た帰還信号との振幅、位相を比較して、例えば、LMS法に従って、送信回路の歪みを演算推定し補償テーブルを作成し、送信ディジタル信号をプリディストーション処理する。

本発明の送信装置の歪み補償回路例



【特許請求の範囲】

【請求項1】 送出されるデジタル信号と該デジタル信号の送信出力を復調して得た帰還信号との振幅、位相を比較して、送信回路の歪みを演算推定して歪み補償テーブルを作成し、該補償テーブルを用いて前記送出されるデジタル信号をプリディストーション処理することにより、送信回路の歪補償を行うエンベロープ検出型リニアライザ装置において、

送信される信号電力に対応して複数の前記補償テーブルと、

該補償テーブルを更新又は切換えるテーブル更新手段とを設け、
該テーブル更新手段は、歪補償動作開始直後に、隣接する複数の前記歪補償テーブルに対して同時にテーブルの更新を行い、その後、同時に更新する前記歪補償テーブルの数を段階的に減らし、所定時間後に、所定の前記歪補償テーブルのみに対して更新を行なうことを特徴とするエンベロープ検出型リニアライザ装置。

【請求項2】 請求項1記載のエンベロープ検出型リニアライザ装置において、
前記送出されるデジタル信号の信号点と前記帰還信号における対応する信号点との差分である誤差量を検出する誤差量検出手段を設け、
前記テーブル更新手段は、前記誤差量検出手段が検出した誤差量に応じ、同時更新する前記歪補償テーブルの数の切り換えを行うことを特徴とするエンベロープ検出型リニアライザ装置。

【請求項3】 送出されるデジタル信号と該デジタル信号の送信出力を復調して得た帰還信号との振幅、位相を比較して、送信回路の歪みを演算推定して歪み補償テーブルを作成し、該補償テーブルを用いて前記送出されるデジタル信号をプリディストーション処理することにより、送信回路の歪補償を行うエンベロープ検出型リニアライザ装置において、
前記補償テーブルを更新又は切換えるテーブル更新手段を設け、収束速度の遅い又は通常更新されない前記歪補償テーブルがある場合、
前記テーブル更新手段は、隣接する正常な収束を行う一つの前記歪補償テーブルの更新データを、前記更新速度の遅い又は通常更新されない歪補償テーブルに書き込むことを特徴とするエンベロープ検出型リニアライザ装置。

【請求項4】 請求項3記載のエンベロープ検出型リニアライザ装置において、
隣接する歪補償テーブル間の差分である差分誤差値を求めるテーブル間差分値検出手段と、
未収束テーブルを検出する未収束テーブル検出手段とを設け、

前記未収束テーブル検出手段は、前記テーブル間差分値検出手段により差分誤差値が所定値を超えたことを検出

した場合、一方の歪補償テーブルの収束が進んでいるとき、前記隣接する歪補償テーブルの他方は、前記収束速度の遅い又は通常更新されない歪補償テーブルであると検出することを特徴とするエンベロープ検出型リニアライザ装置。

【請求項5】 請求項3記載のエンベロープ検出型リニアライザ装置において、
前記歪補償テーブルの更新回数を検出するテーブル更新回数検出手段を設け、

10 上記未収束テーブル検出手段は、前記テーブル更新回数検出手段により更新回数が所定値を超えないことを検出したとき、前記歪補償テーブルは、前記収束速度の遅い又は通常更新されない歪補償テーブルであると検出することを特徴とするエンベロープ検出型リニアライザ装置。

【請求項6】 送出されるデジタル信号と該デジタル信号の送信出力を復調して得た帰還信号との振幅、位相を比較して、送信回路の歪みを演算推定して歪み補償テーブルを作成し、該補償テーブルを用いて前記送出されるデジタル信号をプリディストーション処理することにより、送信回路の歪補償を行うエンベロープ検出型リニアライザ装置において、

20 前記補償テーブルを更新又は切換えるテーブル更新手段を設け、

収束速度の遅い又は通常更新されない前記歪補償テーブルがある場合、

前記テーブル更新手段は、隣接する正常な歪補償テーブルのデータから、低次の近似式を求め、その式より求めた補間値を、前記更新速度の遅い又は通常更新されない歪補償テーブルに書き込むことを特徴とするエンベロープ検出型リニアライザ装置。

【請求項7】 請求項6記載のエンベロープ検出型リニアライザ装置において、
隣接する歪補償テーブル間の差分である差分誤差値を求めるテーブル間差分値検出手段と、
未収束テーブルを検出する未収束テーブル検出手段とを設け、

前記未収束テーブル検出手段は、前記テーブル間差分値検出手段により差分誤差値が所定値を超えたことを検出した場合、一方の歪補償テーブルの収束が進んでいるとき、前記隣接する歪補償テーブルの他方は、前記収束速度の遅い又は通常更新されない歪補償テーブルであると検出することを特徴とするエンベロープ検出型リニアライザ装置。

【請求項8】 請求項6記載のエンベロープ検出型リニアライザ装置において、
前記歪補償テーブルの更新回数を検出するテーブル更新回数検出手段を設け、

上記未収束テーブル検出手段は、前記テーブル更新回数検出手段により更新回数が所定値を超えないことを検出

したとき、前記歪補償テーブルは、前記収束速度の遅い又は通常更新されない歪補償テーブルであると検出することを特徴とするエンベロープ検出型リニアライザ装置。

【請求項 9】 請求項 4 又は 7 記載のエンベロープ検出型リニアライザ装置において、前記未収束テーブル検出手段は、前記送出されるデジタル信号点の信号電力が小さい場合は、前記差分誤差値の所定値を小さく設定し、前記信号電力が大きい場合は、前記差分誤差値の所定値を大きく設定することを特徴とするエンベロープ検出型リニアライザ装置。

【請求項 10】 請求項 5 又は 8 記載のエンベロープ検出型リニアライザ装置において、前記未収束テーブル検出手段は、歪補償テーブルに書き込まれる更新回数を一定期間毎にリセットすることを特徴とするエンベロープ検出型リニアライザ装置。

【請求項 11】 請求項 4、5、7 又は 8 記載のエンベロープ検出型リニアライザ装置において、通信方式が時分割多元接続の場合、時分割多元接続の空きスロット期間に、前記未収束テーブル検出手段は、前記収束速度の遅い又は通常更新されない歪補償テーブルの検出を行うことを特徴とするエンベロープ検出型リニアライザ装置。

【請求項 12】 送出されるデジタル信号と該デジタル信号の送信出力を復調して得た帰還信号との振幅、位相を比較して、送信回路の歪みを演算推定して歪み補償テーブルを作成し、該補償テーブルを用いて前記送出されるデジタル信号をブリディストーション処理することにより、送信回路の歪補償を行うエンベロープ検出型リニアライザ装置において、送信される信号電力に対応して複数の前記補償テーブルと、前記補償テーブルを更新又は切換えるテーブル更新手段と、シンボル間の移動に伴う周波数を検出する周波数検出手段とを設け、前記周波数検出手段は、送出されるデジタル信号のシンボルデータにより位相の変移方向を求め、前記テーブル更新手段は、前記周波数検出手段が検出した位相の変移方向に対応して歪補償テーブルを分割して設け、前記位相の変移方向に対応した歪補償テーブルに対して、更新を行うことを特徴とするエンベロープ検出型リニアライザ装置。

【請求項 13】 請求項 12 記載のエンベロープ検出型リニアライザ装置において、前記歪補償テーブルの更新回数を検出するテーブル更新回数検出手段を設け、前記テーブル更新手段は、歪補償動作開始直後は、前記位相の変移方向に関係なく、歪補償テーブルを同時に更新し、前記テーブル更新回数検出手段が検出した所定回

数の同時更新を行なった後に、前記位相の変移方向により分割された歪補償テーブルに対して、更新を行うことを特徴とするエンベロープ検出型リニアライザ装置。

【請求項 14】 請求項 12 記載のエンベロープ検出型リニアライザ装置において、前記送出されるデジタル信号の信号点と前記帰還信号における対応する信号点との差分である誤差量を検出する誤差量検出手段を設け、前記テーブル更新手段は、歪補償動作開始直後は、前記位相の変移方向に関係なく、歪補償テーブルを同時に更新し、前記誤差量検出手段が検出した同時更新における歪補償演算後の誤差量が所定値以下になったとき、前記位相の変移方向により分割された歪補償テーブル毎に更新を行うことを特徴とするエンベロープ検出型リニアライザ装置。

【請求項 15】 送出されるデジタル信号と該デジタル信号の送信出力を復調して得た帰還信号との振幅、位相を比較して、送信回路の歪みを演算推定して歪み補償テーブルを作成し、該補償テーブルを用いて前記送出されるデジタル信号をブリディストーション処理することにより、送信回路の歪補償を行うエンベロープ検出型リニアライザ装置において、前記補償テーブルを更新又は切換えるテーブル更新手段と、前記送出されるデジタル信号点の同相成分の I 信号と、前記送出されるデジタル信号点の直角成分の Q 信号を求め、I・Q 信号検出手段と、シンボル間の移動に伴う周波数を検出する周波数検出手段とを設け、

前記 I・Q 信号検出手段により、前記送出されるデジタル信号点の同相成分の I 信号と前記送出されるデジタル信号点の直角成分の Q 信号を求め、さらに、前記周波数検出手段により、I 信号及び Q 信号を用いて、前記送出されるデジタル信号点の移動距離及び回転方向を求め、前記周波数検出手段は、求めた移動距離及び回転方向に基づいて、デジタル信号点の移動に伴う周波数を推定し、

前記テーブル更新手段は、前記周波数に対応して歪補償テーブルを分割して設け、前記周波数に対応した歪補償テーブルに対して、更新を行うことを特徴とするエンベロープ検出型リニアライザ装置。

【請求項 16】 請求項 15 記載のエンベロープ検出型リニアライザ装置において、前記歪補償テーブルの更新回数を検出するテーブル更新回数検出手段を設け、前記テーブル更新手段は、歪補償動作開始直後は、前記周波数変化に関係なく、歪補償テーブルを同時に更新し、前記テーブル更新回数検出手段が検出した所定回数

10

20

30

40

50

の同時更新を行なった後に、前記周波数により分割された歪補償テーブル毎に更新を行うことを特徴とするエンベロープ検出型リニアライザ装置。

【請求項 17】 請求項 15 記載のエンベロープ検出型リニアライザ装置において、
前記送出されるデジタル信号の信号点と前記帰還信号における対応する信号点との差分である誤差量を検出する誤差量検出手段を設け、
前記テーブル更新手段は、歪補償動作開始直後は、前記周波数に関係なく、歪補償テーブルを同時に更新し、誤差量検出手段が検出した同時更新における歪補償演算後の誤差量が所定値以下になったとき、前記周波数により分割された歪補償テーブル毎に更新を行うことを特徴とするエンベロープ検出型リニアライザ装置。

【請求項 18】 送出されるデジタル信号と該デジタル信号の送信出力を復調して得た帰還信号との振幅、位相を比較して、送信回路の歪みを演算推定して歪み補償テーブルを作成し、該補償テーブルを用いて前記送出されるデジタル信号をプリディストーション処理することにより、送信回路の歪補償を行うエンベロープ検出型リニアライザ装置において、
前記補償テーブルを更新又は切替えるテーブル更新手段と、

前記送出されるデジタル信号点の同相成分の I 信号と前記送出されるデジタル信号点の直角成分の Q 信号を求め、
I・Q 信号検出手段と、
シンボル間の移動に伴う周波数を検出する周波数検出手段とを設け、

前記 I・Q 信号検出手段により、前記送出されるデジタル信号点の同相成分の I 信号と前記送出されるデジタル信号点の直角成分の Q 信号を求め、さらに、前記周波数検出手段により、I 信号及び Q 信号を用いて、前記送出されるデジタル信号点の位相変移及び回転方向を求め、

前記周波数検出手段は、該位相変移及び回転方向に基づいて、デジタル信号点の移動に伴う周波数を算出し、
前記テーブル更新手段は、周波数間隔毎に設けた歪補償テーブルを更新することを特徴とするエンベロープ検出型リニアライザ装置。

【請求項 19】 請求項 18 記載のエンベロープ検出型リニアライザ装置において、
前記歪補償テーブルの更新回数を検出するテーブル更新回数検出手段を設け、
前記テーブル更新手段は、歪補償動作開始直後は、前記周波数変化に関係なく、歪補償テーブルを同時に更新し、前記テーブル更新回数検出手段が検出した所定回数の同時更新を行なった後に、前記周波数により分割された歪補償テーブル毎に更新を行うことを特徴とするエンベロープ検出型リニアライザ装置。

【請求項 20】 請求項 18 記載のエンベロープ検出型

リニアライザ装置において、

前記送出されるデジタル信号の信号点と前記帰還信号における対応する信号点との差分である誤差量を検出する誤差量検出手段を設け、

前記テーブル更新手段は、歪補償動作開始直後は、前記周波数に関係なく、歪補償テーブルを同時に更新し、前記誤差量検出手段が検出した同時更新における歪補償演算後の誤差量が所定値以下になったとき、前記周波数により分割された歪補償テーブル毎に更新を行うことを特徴とするエンベロープ検出型リニアライザ装置。

【請求項 21】 送出されるデジタル信号と該デジタル信号の送信出力を復調して得た帰還信号との振幅、位相を比較して、送信回路の歪みを演算推定して歪み補償テーブルを作成し、該補償テーブルを用いて前記送出されるデジタル信号をプリディストーション処理することにより、送信回路の歪補償を行うエンベロープ検出型リニアライザ装置において、

前記帰還信号をアンダーサンプリング技術を用いて復調した場合、I 信号及び Q 信号の少なくとも、一方に、オーバーサンプリングを行うことを特徴とするエンベロープ検出型リニアライザ装置。

【請求項 22】 請求項 21 記載のエンベロープ検出型リニアライザ装置において、

前記オーバーサンプリングレートは、送信時のサンプリングレートよりも高いサンプリングレートであることを特徴とするエンベロープ検出型リニアライザ装置。

【請求項 23】 送出されるデジタル信号と該デジタル信号の送信出力を復調して得た帰還信号との振幅、位相を比較して、送信回路の歪みを演算推定して歪み補償テーブルを作成し、該補償テーブルを用いて前記送出されるデジタル信号をプリディストーション処理することにより、送信回路の歪補償を行うエンベロープ検出型リニアライザ装置において、
オーバーサンプリングを行うオーバーサンプリング部とデータのレート変換を行うデータレート変換回路とを設け、
前記帰還信号をアンダーサンプリング技術を用いて復調した場合、

前記オーバーサンプリング部は、I 信号及び Q 信号の両方にオーバーサンプリングを行ない、該サンプルデータを前記データレート変換回路に入力し、

該データレート変換回路は、I 信号及び Q 信号データを送信の n (n は 2 以上の整数) 倍オーバーサンプリングのデータレートに変換し、かつデジタルローパスフィルタを通した後にデータの間引きを行なうことを特徴とするエンベロープ検出型リニアライザ装置。

【請求項 24】 請求項 23 記載のエンベロープ検出型リニアライザ装置において、

前記送信出力を復調する際に、送信時のサンプリングレートよりも高いサンプリングレートでサンプリングして復調することを特徴とするエンベロープ検出型リニアライ

ザ装置。

【請求項25】 請求項23又は24記載のエンベロープ検出型リニアライザ装置において、所定間隔おきにデータを間引くことによりデータレート変換を行うことと特徴とするエンベロープ検出型リニアライザ装置。

【請求項26】 送出されるデジタル信号と該デジタル信号の送信出力を復調して得た帰還信号との振幅、位相を比較して、送信回路の歪みを演算推定して歪み補償テーブルを作成し、該補償テーブルを用いて前記送出されるデジタル信号をプリディストーション処理することにより、送信回路の歪補償を行うエンベロープ検出型リニアライザ装置において、デジタル信号を遅延させる遅延素子を設け、送出されるデジタル信号と該デジタル信号の送信出力を復調して得た帰還信号間の同期が得られないとき、送信データの0クロスポイントと受信データの0クロスポイントを複数の前記遅延素子を用いて一致させることを特徴とするエンベロープ検出型リニアライザ装置。

【請求項27】 請求項26記載のエンベロープ検出型リニアライザ装置において、前記遅延素子は、トランスバーサルフィルタの遅延素子であることを特徴とするエンベロープ検出型リニアライザ装置。

【請求項28】 請求項26記載のエンベロープ検出型リニアライザ装置において、前記送信出力を復調する際に、送信時のサンプリングレートより高いサンプリングレートでサンプリングすることを特徴とするエンベロープ検出型リニアライザ装置。

【請求項29】 請求項26記載のエンベロープ検出型リニアライザ装置において、自動オフセット調整機能を併用することを特徴とするエンベロープ検出型リニアライザ装置。

【請求項30】 送出されるデジタル信号と該デジタル信号の送信出力を復調して得た帰還信号との振幅、位相を比較して、送信回路の歪みを演算推定して歪み補償テーブルを作成し、該補償テーブルを用いて前記送出されるデジタル信号をプリディストーション処理することにより、送信回路の歪補償を行うエンベロープ検出型リニアライザにおける歪み補償更新方法において、送信される信号電力に対応して複数の前記補償テーブルを設け、

歪補償動作開始直後は、隣接する複数の前記歪補償テーブルに対して同時にテーブルの更新を行い、その後、同時に更新する前記歪補償テーブルの数を段階的に減らし、所定時間後に、所定の前記歪補償テーブルのみに対して更新を行なうことを特徴とするエンベロープ検出型リニアライザにおける歪み補償更新方法。

【請求項31】 請求項30記載のエンベロープ検出型リニアライザにおける歪み補償更新方法において、

前記送出されるデジタル信号の信号点と前記帰還信号における対応する信号点との差分である誤差量を検出し、

該誤差量に応じ、同時更新する前記歪補償テーブルの数の切り換えを行うことを特徴とするエンベロープ検出型リニアライザにおける歪み補償更新方法。

【請求項32】 送出されるデジタル信号と該デジタル信号の送信出力を復調して得た帰還信号との振幅、位相を比較して、送信回路の歪みを演算推定して歪み補償テーブルを作成し、該補償テーブルを用いて前記送出されるデジタル信号をプリディストーション処理することにより、送信回路の歪補償を行うエンベロープ検出型リニアライザにおける歪み補償更新方法において、収束速度の遅い又は通常更新されない前記歪補償テーブルがある場合、

隣接する正常な収束を行う一つの前記歪補償テーブルの更新データを、前記更新速度の遅い又は通常更新されない歪補償テーブルに書き込むことを特徴とするエンベロープ検出型リニアライザにおける歪み補償更新方法。

【請求項33】 請求項32記載のエンベロープ検出型リニアライザにおける歪み補償更新方法において、隣接する歪補償テーブル間の差分である差分誤差値を求め、

該差分誤差値が所定値を超えた場合、一方の歪補償テーブルの収束が進んでいるとき、前記隣接する歪補償テーブルの他方は、前記収束速度の遅い又は通常更新されない歪補償テーブルであると検出することを特徴とするエンベロープ検出型リニアライザにおける歪み補償更新方法。

【請求項34】 請求項32記載のエンベロープ検出型リニアライザにおける歪み補償更新方法において、前記歪補償テーブルの更新回数を求め、

該更新回数が所定値を超えないとき、前記歪補償テーブルは、前記収束速度の遅い又は通常更新されない歪補償テーブルであると検出することを特徴とするエンベロープ検出型リニアライザにおける歪み補償更新方法。

【請求項35】 送出されるデジタル信号と該デジタル信号の送信出力を復調して得た帰還信号との振幅、位相を比較して、送信回路の歪みを演算推定して歪み補償テーブルを作成し、該補償テーブルを用いて前記送出されるデジタル信号をプリディストーション処理することにより、送信回路の歪補償を行うエンベロープ検出型リニアライザにおける歪み補償更新方法において、収束速度の遅い又は通常更新されない前記歪補償テーブルがある場合、

隣接する正常な歪補償テーブルのデータから、低次の近似式を求め、その式より求めた補間値を、前記更新速度の遅い又は通常更新されない歪補償テーブルに書き込むことを特徴とするエンベロープ検出型リニアライザにおける歪み補償更新方法。

10

20

30

40

50

【請求項36】 請求項35記載のエンベロープ検出型リニアライザにおける歪み補償更新方法において、隣接する歪補償テーブル間の差分である差分誤差値を求め、

該差分誤差値が所定値を超えた場合、一方の歪補償テーブルの収束が進んでいるとき、前記隣接する歪補償テーブルの他方は、前記収束速度の遅い又は通常更新されない歪補償テーブルであると検出することを特徴とするエンベロープ検出型リニアライザにおける歪み補償更新方法。

【請求項37】 請求項35記載のエンベロープ検出型リニアライザにおける歪み補償更新方法において、前記歪補償テーブルの更新回数を求め、

該更新回数が所定値を超えないとき、前記歪補償テーブルは、前記収束速度の遅い又は通常更新されない歪補償テーブルであると検出することを特徴とするエンベロープ検出型リニアライザにおける歪み補償更新方法。

【請求項38】 請求項33又は36記載のエンベロープ検出型リニアライザにおける歪み補償更新方法において、

前記送出されるデジタル信号点の信号電力が小さい場合は、前記差分誤差値の所定値を小さく設定し、前記信号電力が大きい場合は、前記差分誤差値の所定値を大きく設定することを特徴とするエンベロープ検出型リニアライザにおける歪み補償更新方法。

【請求項39】 請求項34又は37記載のエンベロープ検出型リニアライザにおける歪み補償更新方法において、

歪補償テーブルに書き込まれる更新回数を一定期間毎にリセットすることを特徴とするエンベロープ検出型リニアライザにおける歪み補償更新方法。

【請求項40】 請求項33、34、36又は37記載のエンベロープ検出型リニアライザにおける歪み補償更新方法において、

通信方式が時分割多元接続の場合、時分割多元接続の空きスロット期間に、前記収束速度の遅い又は通常更新されない歪補償テーブルの検出を行うことを特徴とするエンベロープ検出型リニアライザにおける歪み補償更新方法。

【請求項41】 送出されるデジタル信号と該デジタル信号の送信出力を復調して得た帰還信号との振幅、位相を比較して、送信回路の歪みを演算推定して歪み補償テーブルを作成し、該補償テーブルを用いて前記送出されるデジタル信号をブリディストーション処理することにより、送信回路の歪補償を行うエンベロープ検出型リニアライザにおける歪み補償更新方法において、送信される信号電力に対応して複数の前記補償テーブルを設け、送出されるデジタル信号のシンボルデータにより位相の変移方向を求め、

10

前記位相の変移方向に対応して歪補償テーブルを分割して設け、前記位相の変移方向に対応した歪補償テーブルに対して、更新を行うことを特徴とするエンベロープ検出型リニアライザにおける歪み補償更新方法。

【請求項42】 請求項41記載のエンベロープ検出型リニアライザにおける歪み補償更新方法において、歪補償動作開始直後は、前記位相の変移方向に関係なく、歪補償テーブルを同時に更新し、所定回数の同時更新を行なった後に、前記位相の変移方向により分割された歪補償テーブルに対して、更新を行うことを特徴とするエンベロープ検出型リニアライザにおける歪み補償更新方法。

10

【請求項43】 請求項41記載のエンベロープ検出型リニアライザにおける歪み補償更新方法において、歪補償動作開始直後は、前記位相の変移方向に関係なく、歪補償テーブルを同時に更新し、同時更新における歪補償演算後の誤差が所定値以下になったとき、前記位相の変移方向により分割された歪補償テーブル毎に更新を行うことを特徴とするエンベロープ検出型リニアライザにおける歪み補償更新方法。

20

【請求項44】 送出されるデジタル信号と該デジタル信号の送信出力を復調して得た帰還信号との振幅、位相を比較して、送信回路の歪みを演算推定して歪み補償テーブルを作成し、該補償テーブルを用いて前記送出されるデジタル信号をブリディストーション処理することにより、送信回路の歪補償を行うエンベロープ検出型リニアライザにおける歪み補償更新方法において、前記送出されるデジタル信号点の同相成分のI信号と前記送出されるデジタル信号点の直角成分のQ信号を求め、さらに、I信号及びQ信号を用いて、前記送出されるデジタル信号点の移動距離及び回転方向を求め、該移動距離及び回転方向に基づいて、デジタル信号点の移動に伴う周波数を推定し、前記周波数に対応して歪補償テーブルを分割して設け、前記周波数に対応した歪補償テーブルに対して、更新を行うことを特徴とするエンベロープ検出型リニアライザにおける歪み補償更新方法。

30

【請求項45】 請求項44記載のエンベロープ検出型リニアライザにおける歪み補償更新方法において、歪補償動作開始直後は、前記周波数変化に関係なく、歪補償テーブルを同時に更新し、所定回数の同時更新を行なった後に、前記周波数により分割された歪補償テーブル毎に更新を行うことを特徴とするエンベロープ検出型リニアライザにおける歪み補償更新方法。

40

【請求項46】 請求項44記載のエンベロープ検出型リニアライザにおける歪み補償更新方法において、歪補償動作開始直後は、前記周波数に関係なく、歪補償テーブルを同時に更新し、同時更新における歪補償演算後の誤差が所定値以下になったとき、前記周波数により分割された歪補償テーブル毎に更新を

50

行うことを特徴とするエンベロープ検出型リニアライザにおける歪み補償更新方法。

【請求項47】 送出されるデジタル信号と該デジタル信号の送信出力を復調して得た帰還信号との振幅、位相を比較して、送信回路の歪みを演算推定して歪み補償テーブルを作成し、該補償テーブルを用いて前記送出されるデジタル信号をブリディストーション処理することにより、送信回路の歪補償を行うエンベロープ検出型リニアライザにおける歪み補償更新方法において、前記送出されるデジタル信号点の同相成分のI信号と前記送出されるデジタル信号点の直角成分のQ信号を求め、さらに、I信号及びQ信号を用いて、前記送出されるデジタル信号点の位相変移及び回転方向を求め、該位相変移及び回転方向に基づいて、デジタル信号点の移動に伴う周波数を算出し、周波数間隔毎に歪補償テーブルを設けることを特徴とするエンベロープ検出型リニアライザにおける歪み補償更新方法。

【請求項48】 請求項47記載のエンベロープ検出型リニアライザにおける歪み補償更新方法において、歪補償動作開始直後は、前記周波数に関係なく、歪補償テーブルを同時に更新し、所定回数の同時更新を行なった後に、前記周波数により分割された歪補償テーブル毎に更新を行うことを特徴とするエンベロープ検出型リニアライザにおける歪み補償更新方法。

【請求項49】 請求項47記載のエンベロープ検出型リニアライザにおける歪み補償更新方法において、歪補償動作開始直後は、前記周波数に関係なく、歪補償テーブルを同時に更新し、同時更新における歪補償演算後の誤差が所定値以下になったとき、前記周波数により分割された歪補償テーブル毎に更新を行うことを特徴とするエンベロープ検出型リニアライザにおける歪み補償更新方法。

【請求項50】 送出されるデジタル信号と該デジタル信号の送信出力を復調して得た帰還信号との振幅、位相を比較して、送信回路の歪みを演算推定して歪み補償テーブルを作成し、該補償テーブルを用いて前記送出されるデジタル信号をブリディストーション処理することにより、送信回路の歪補償を行うエンベロープ検出型リニアライザにおける歪み補償更新方法において、前記帰還信号をアンダーサンプリング技術を用いて復調した場合、I信号及びQ信号の少なくとも、一方に、オーバーサンプリングを行うことを特徴とするエンベロープ検出型リニアライザにおける歪み補償更新方法。

【請求項51】 請求項50記載のエンベロープ検出型リニアライザにおける歪み補償更新方法において、前記オーバーサンプリングレートは、送信時のサンプリングレートよりも高いサンプリングレートであることを特徴とするエンベロープ検出型リニアライザにおける歪み補償更新方法。

【請求項52】 送出されるデジタル信号と該デジタル信号の送信出力を復調して得た帰還信号との振幅、位相を比較して、送信回路の歪みを演算推定して歪み補償テーブルを作成し、該補償テーブルを用いて前記送出されるデジタル信号をブリディストーション処理することにより、送信回路の歪補償を行うエンベロープ検出型リニアライザにおける歪み補償更新方法において、前記帰還信号をアンダーサンプリング技術を用いて復調した場合、

10 I信号及びQ信号の両方にオーバーサンプリングを行ない、該サンプルデータを外付けのデータレート変換回路に入力し、

該データレート変換回路は、I信号及びQ信号データを送信のn（nは2以上の整数）倍オーバーサンプリングのデータレートに変換し、かつデジタルローパスフィルタを通した後にデータの間引きを行なうことを特徴とするエンベロープ検出型リニアライザにおける歪み補償更新方法。

【請求項53】 請求項52記載のエンベロープ検出型リニアライザにおける歪み補償更新方法において、前記送信出力の復調時に送信時のサンプリングレートより高いサンプリングレートでサンプリングすることを中心とするエンベロープ検出型リニアライザにおける歪み補償更新方法。

【請求項54】 請求項52又は53記載のエンベロープ検出型リニアライザにおける歪み補償更新方法において、

所定間隔おきにデータを間引くことによりデータレート変換を行うことを特徴とするエンベロープ検出型リニアライザにおける歪み補償更新方法。

【請求項55】 送出されるデジタル信号と該デジタル信号の送信出力を復調して得た帰還信号との振幅、位相を比較して、送信回路の歪みを演算推定して歪み補償テーブルを作成し、該補償テーブルを用いて前記送出されるデジタル信号をブリディストーション処理することにより、送信回路の歪補償を行うエンベロープ検出型リニアライザにおける歪み補償更新方法において、送出されるデジタル信号と該デジタル信号の送信出力を復調して得た帰還信号間の同期が得られないとき、送信データの0クロスポイントと受信データの0クロスポイントを複数の遅延素子を用いて一致させることを特徴とするエンベロープ検出型リニアライザにおける歪み補償更新方法。

【請求項56】 請求項55記載のエンベロープ検出型リニアライザにおける歪み補償更新方法において、遅延調整素子は、トランスバーサルフィルタであることを特徴とするエンベロープ検出型リニアライザにおける歪み補償更新方法。

【請求項57】 請求項55記載のエンベロープ検出型リニアライザにおける歪み補償更新方法において、

50

前記送信出力の復調時に送信時のサンプリングレートより高いサンプリングレートでサンプリングすることを特徴とするエンベロープ検出型リニアライザにおける歪み補償更新方法。

【請求項58】 請求項55記載のエンベロープ検出型リニアライザにおける歪み補償更新方法において、自動オフセット調整機能を併用することを特徴とするエンベロープ検出型リニアライザにおける歪み補償更新方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】近年周波数の有効利用の観点から無線通信において、デジタル化による高能率伝送が多く用いられるようになってきた。無線通信に多値振幅変調方式を適用する場合、送信側の電力増幅器の非線形特性のためにスペクトラムが広がり妨害波となる問題がある。この問題を解決するためにさまざまな歪補償方式が提案、採用されている。この歪補償方式の一つに、送出されるデジタル信号と該デジタル信号の送信出力を復調して得た帰還信号との振幅、位相を比較して、送信回路の歪みを演算推定（例えば、誤差最小化法；LMS（Least Mean Square）により、演算推定する。）して歪み補償テーブルを作成し、該補償テーブルを用いて、前記送出されるデジタル信号をプリディストーション処理することにより、送信回路の歪補償を行うエンベロープ検出型リニアライザ装置がある。

【0002】本発明は、このエンベロープ検出型リニアライザ装置及び該装置に用いられる歪み補償更新方法に関するものである。

【0003】

【従来の技術】エンベロープ検出型リニアライザ方式は、送出信号を帰還検波してその送出信号と帰還信号をデジタル変換して比較するものである。図1に、従来のエンベロープ検出型リニアライザが適用される送信装置110を示す。送信装置110は、送信データ生成部100、DSP（Digital Signal Processor）である制御／演算部101、デジタル・アナログ変換器102、直交変調器103、電力増幅器106、アンテナ107、方向性結合器108、直交復調器104、アナログ・デジタル変換器105から構成されている。

【0004】送信データ生成部100で発生された送信信号は、制御／演算部101、デジタル・アナログ変換器102、直交変調器103、電力増幅器106及びアンテナ107を介して、送信される。方向性結合器108で一部の送信波が分岐点され、直交復調器104に印加される。直交復調器104で、基準搬送波109を用いて復調し、アナログ・デジタル変換器105でデジタルに変換され、制御／演算部101に印加され

る。

【0005】制御／演算部101は、リニアライザ機能を有している。制御／演算部101は、送出されるデジタル信号と該デジタル信号の送信出力を復調して得た帰還信号との振幅、位相を比較して、前記送出されるデジタル信号をプリディストーション処理する。このエンベロープ検出型リニアライザ方式は、アナログ方式のリニアライザに比べて、①各種信号処理による特性の改善が可能となり、②バースト動作へ適応が容易となり、③動作の安定性等の面でメリットがある。しかし、④プリディストーションに使用する歪補償用テーブルは、一つ前迄のデータにより算出され、また、収束する迄にある程度の時間（ある程度サンプルが必要なため）が必要となる。そのために、④更新された歪補償用テーブルを使用するため更新された時点と使用する時点でなんらかの特性の変化が発生した場合には歪補償が正常に行われなくなるとい問題がある。⑤また、演算処理には送信信号と帰還信号が必要であり、且つ比較のためには送信信号とサンプリングされた帰還信号の時間的対応が取れていることが必要となる。

【0006】図2（A）は、送信信号であり、図2（B）は、帰還信号である。図2のように、送信信号とサンプリングされた帰還信号の対応が取れていることが必要である。上記④の問題に対しては、しばらく時間において送信し、リニアライザ系の時間遅延により発生するコンスタレーションの軸回転量をテスト信号を用いて検出し、以前の歪補償用テーブルを使用可能にすることが行われている。

【0007】また、上記⑤の必要性に関しては、リニアライザ系の時間遅延により発生するコンスタレーションの軸回転、アナログ直交復調器の各種誤差補償及びA/D変換器の変換遅延時間をテスト信号を用いて補正することにより、送信信号と帰還信号の対応を取っている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来のエンベロープ検出型リニアライザ方式には、次のような問題がある。

（1）図3は送信信号を複素表現したものである。図3（A）は、PN9段（9ビットからなるPN信号、 $2^9 - 1$ のパターンが得られる）のパターンとし、図3（B）はPN15段のパターンとした場合を示したもので、他の条件は同じである。図から明らかなように、同じポイント数（32768）であっても、出力されるコンスタレーションが信号パターンによって異なることが分かる。また、同じ時間内に多く通るポイント（黒点の多いポイント）と余り通らないポイント（黒点の少ない又は空白のポイント）が存在することもわかる。

【0009】前述のように、収束する迄にある程度の時間が必要であるので、リニアライザの動作直後は、歪補償テーブルが十分に完成していない。そのため、プリデ

ィストーションを行なうことにより、出力信号に不連続なポイントが発生し、一時的に帯域外にノイズが発生するという問題がある。また、図3において空白の部分が存在するが、これはPNパターン以外のパターンの場合又はランプアップ、ランプダウン時（バースト伝送の送信に際して、立ち上げ及び立ち下げ時に、急激な立ち上げ及び立ち下げを防止するために、信号に傾斜を付けるとき）には、通過することがある。コンスタレーション上のこのポイントを通過するときも、出力信号に不連続なポイントが発生し、帯域外にノイズが発生する。

(2) 上記④の問題に対する送信停止後しばらくして送信を行なう場合の対処方では、コンスタレーションの軸回転量は補正できるが、実際には送信アンプ等の特性も変化しているために歪補償テーブルの更新が必要となる場合がある。この場合は、テーブル更新速度の違いにより帯域外にノイズが発生する。この問題は歪補償テーブルの刻み幅を小さくすればするほど顕著に現れてくる。

(3) リニアライザの無線系に周波数特性が有り、周波数の成分により歪成分が異なり歪が振幅の一変数であると仮定した場合は、歪補償テーブルの収束が十分にできずにリニアライザ特性の劣化が発生する問題がある。

(4) リニアライザにおいては、制御／演算部内部で持っている理想波形（送信信号のプリディストーション前の信号）に対応するポイントの帰還信号が必要である。従って、アナログ系の誤差を無くす目的で、後述するアンダーサンプリング技術を用いて構成する場合は、帰還信号の同相信号のI信号と帰還信号の直交信号QのQ信号を読み取るタイミングが、必然的にずれており、制御／演算部で持っている理想波形に対応する帰還信号が得られなくなる問題がある。

【0010】図4においては歪が無いにもかかわらず理想波形Qと帰還信号Qとの間に誤差が有るように検出され、歪補償特性が劣化する。図4において、図4(A)は、送信信号の同相信号Iであり、図4(B)は、送信信号の直交信号Qであり、図4(C)は、帰還信号の同相信号Iであり、図4(D)は、帰還信号の直交信号Qである。

【0011】帰還系の復調を後述のアンダーサンプリング技術で行った場合、帰還信号の同相信号Iと帰還信号の直交信号Qは、異なる時間に出力されるので、例えば、図4(C)のように、帰還信号の同相信号Iを送信信号の同相信号Iと同期を取ると、必然的に、帰還信号の直交信号Qは、送信信号の直交信号Qと同期されず、誤差が発生する。

【0012】ここで、アンダーサンプリング技術について説明する。直交変調波 $S(t)$ は $S(t) = I(t) \cos \omega t - Q(t) \sin \omega t$ で表される。ここで、 $\cos \omega t = 1$ のときは、 $\sin \omega t = 0$ であり、この瞬間の $S(t)$ の振幅をA/Dコンバータで読み取れば $I(t)$ が復調できる。また、 $\sin \omega t = 1$ のとき

は、 $\cos \omega t = 0$ であり、この瞬間の $S(t)$ の振幅をA/Dコンバータで読み取れば同様に $Q(t)$ が復調できる。この技術をアンダーサンプリング技術と言う。

【0013】この場合のA/DコンバータのサンプリングクロックとA/Dコンバータに入力するキャリア周波数の関係は次式のようにになる。

$$f_c = (2p+1)/4 \times 2 \times S \quad (p: 0, 1, 2, \dots)$$

なお、 f_c はキャリア周波数を示し、 S は、受信サンプリングレートを示す。また、リニアライザの帰還系に、この技術を取り入れた際、変調側のローカル発振周波数とアンダーサンプリングを行なうA/Dコンバータのサンプリングクロックの同期が取れていない場合は、コンスタレーションの回転（両者の周波数差に応じて回転）すると言った問題が発生する。その他に、回路構成を容易にするために、受信のサンプリングレートと送信のサンプリングレートが同一でないとした場合には、歪補償演算をするための対応したデータが存在しないため歪補償ができないという問題が生じる。

【0014】本発明は、上記問題に鑑みなされたものであり、送出されるデジタル信号と帰還信号の振幅、位相を比較して増幅器の歪みを演算推定し前記送出信号をプリディストーション処理して歪補償するエンベロープ検出型リニアライザ装置及び該リニアライザ装置に用いられる歪み補償更新方法において、歪補償を早くかつ正確に行うことを目的とするものである。

【0015】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載された発明は、送出されるデジタル信号と該デジタル信号の送信出力を復調して得た帰還信号との振幅、位相を比較して、送信回路の歪みを演算推定して歪み補償テーブルを作成し、該補償テーブルを用いて前記送出されるデジタル信号をプリディストーション処理することにより、送信回路の歪補償を行うエンベロープ検出型リニアライザ装置において、送信される信号電力に対応して複数の前記補償テーブルと該補償テーブルを更新又は切換えるテーブル更新手段とを設け、該テーブル更新手段は、歪補償動作開始直後に、隣接する複数の前記歪補償テーブルに対して同時にテーブルの更新を行い、その後、同時に更新する前記歪補償テーブルの数を段階的に減らし、所定時間後に、所定の前記歪補償テーブルのみに対して更新を行なうことを特徴とする。請求項1記載の発明によれば、テーブル更新手段は、歪補償動作開始直後に、隣接する複数の前記歪補償テーブルに対して同時にテーブルの更新を行い、その後、同時に更新する前記歪補償テーブルの数を段階的に減らし、所定時間後に、所定の前記歪補償テーブルのみに対して更新を行なうことにより、歪補償を早く行うことができる。

【0016】請求項2に記載された発明は、請求項1記載のエンベロープ検出型リニアライザ装置において、前

記送出されるデジタル信号の信号点と前記帰還信号における対応する信号点との差分である誤差量を検出する誤差量検出手段を設け、前記テーブル更新手段は、前記誤差量検出手段が検出した誤差量に応じ、同時更新する前記歪補償テーブルの数の切り換えを行うことを特徴とする。

【0017】請求項2記載の発明によれば、誤差量に応じ、同時更新する前記歪補償テーブルの数の切り換えを行うことにより、歪補償を早く行うことができる。請求項3に記載された発明は、送出されるデジタル信号と該デジタル信号の送信出力を復調して得た帰還信号との振幅、位相を比較して、送信回路の歪みを演算推定して歪み補償テーブルを作成し、該補償テーブルを用いて前記送出されるデジタル信号をプリディストーション処理することにより、送信回路の歪補償を行うエンベロープ検出型リニアライザ装置において、前記補償テーブルを更新又は切替えるテーブル更新手段を設け、収束速度の遅い又は通常更新されない前記歪補償テーブルがある場合、前記テーブル更新手段は、隣接する正常な収束を行う一つの前記歪補償テーブルの更新データを、前記更新速度の遅い又は通常更新されない歪補償テーブルに書き込むことを特徴とする。

【0018】請求項3記載の発明によれば、隣接する正常な収束を行う一つの前記歪補償テーブルの更新データを、前記更新速度の遅い又は通常更新されない歪補償テーブルに書き込むことにより、歪補償の劣化要因となる未更新の歪補償テーブルを無くすることができる。請求項4に記載された発明は、請求項3記載のエンベロープ検出型リニアライザ装置において、隣接する歪補償テーブル間の差分である差分誤差値を求めるテーブル間差分値検出手段と未収束テーブルを検出する未収束テーブル検出手段とを設け、前記未収束テーブル検出手段は、前記テーブル間差分値検出手段により差分誤差値が所定値を超えたことを検出した場合、一方の歪補償テーブルの収束が進んでいるとき、前記隣接する歪補償テーブルの他方は、前記収束速度の遅い又は通常更新されない歪補償テーブルであると検出することを特徴とする。

【0019】請求項4記載の発明によれば、隣接する歪補償テーブル間の差分である差分誤差値を求めることにより、未更新の歪補償テーブルを自動的に検出することができる。請求項5に記載された発明は、請求項3記載のエンベロープ検出型リニアライザ装置において、前記歪補償テーブルの更新回数を検出するテーブル更新回数検出手段を設け、上記未収束テーブル検出手段は、前記テーブル更新回数検出手段により更新回数が所定値を超えないことを検出したとき、前記歪補償テーブルは、前記収束速度の遅い又は通常更新されない歪補償テーブルであると検出することを特徴とする。

【0020】請求項5記載の発明によれば、歪補償テーブルの更新回数を検出することにより、未更新の歪補償

テーブルを自動的に検出することができる。請求項6に記載された発明は、送出されるデジタル信号と該デジタル信号の送信出力を復調して得た帰還信号との振幅、位相を比較して、送信回路の歪みを演算推定して歪み補償テーブルを作成し、該補償テーブルを用いて前記送出されるデジタル信号をプリディストーション処理することにより、送信回路の歪補償を行うエンベロープ検出型リニアライザ装置において、前記補償テーブルを更新又は切替えるテーブル更新手段を設け、収束速度の遅い又は通常更新されない前記歪補償テーブルがある場合、前記テーブル更新手段は、隣接する正常な歪補償テーブルのデータから、低次の近似式を求め、その式より求めた補間値を、前記更新速度の遅い又は通常更新されない歪補償テーブルに書き込むことを特徴とする。

【0021】請求項6記載の発明によれば、収束速度の遅い又は通常更新されない前記歪補償テーブルがある場合、前記テーブル更新手段は、隣接する正常な歪補償テーブルのデータから、低次の近似式を求め、その式より求めた補間値を、前記更新速度の遅い又は通常更新されない歪補償テーブルに書き込むことにより、歪補償の劣化要因となる未更新の歪補償テーブルを無くすることができる。

【0022】請求項7に記載された発明は、請求項6記載のエンベロープ検出型リニアライザ装置において、隣接する歪補償テーブル間の差分である差分誤差値を求めるテーブル間差分値検出手段と未収束テーブルを検出する未収束テーブル検出手段とを設け、前記未収束テーブル検出手段は、前記テーブル間差分値検出手段により差分誤差値が所定値を超えたことを検出した場合、一方の歪補償テーブルの収束が進んでいるとき、前記隣接する歪補償テーブルの他方は、前記収束速度の遅い又は通常更新されない歪補償テーブルであると検出することを特徴とする。

【0023】請求項7記載の発明によれば、隣接する歪補償テーブル間の差分である差分誤差値を求めることにより、未更新の歪補償テーブルを自動的に検出することができる。請求項8に記載された発明は、請求項6記載のエンベロープ検出型リニアライザ装置において、前記歪補償テーブルの更新回数を検出するテーブル更新回数検出手段を設け、上記未収束テーブル検出手段は、前記テーブル更新回数検出手段により更新回数が所定値を超えないことを検出したとき、前記歪補償テーブルは、前記収束速度の遅い又は通常更新されない歪補償テーブルであると検出することを特徴とする。

【0024】請求項8記載の発明によれば、歪補償テーブルの更新回数を検出することにより、未更新の歪補償テーブルを自動的に検出することができる。請求項9に記載された発明は、請求項4又は7記載のエンベロープ検出型リニアライザ装置において、前記未収束テーブル検出手段は、前記送出されるデジタル信号点の信号電

力が小さい場合は、前記差分誤差値の所定値を小さく設定し、前記信号電力が大きい場合は、前記差分誤差値の所定値を大きく設定することを特徴とする。

【0025】請求項9記載の発明によれば、送出されるデジタル信号点の信号電力が小さい場合は、差分誤差値の所定値を小さく設定し、信号電力が大きい場合は、差分誤差値の所定値を大きく設定することにより、検出精度を上げることができる。請求項10に記載された発明は、請求項5又は8記載のエンベロープ検出型リニアライザ装置において、前記未収束テーブル検出手段は、

歪補償テーブルに書き込まれる更新回数を一定期間毎にリセットすることを特徴とする。

【0026】請求項10記載の発明によれば、未収束テーブル検出手段は、歪補償テーブルに書き込まれる更新回数を一定期間毎にリセットすることにより、収束度の遅い又は通常更新されないテーブルの更新ができなくなるのを防ぐことができる。請求項11に記載された発明は、請求項4、5、7又は8記載のエンベロープ検出型リニアライザ装置において、通信方式が時分割多元接続の場合、時分割多元接続の空きスロット期間に、前記未

収束テーブル検出手段は、前記収束速度の遅い又は通常更新されない歪補償テーブルの検出を行うことを特徴とする。

【0027】請求項11記載の発明によれば、時分割多元接続の空きスロット期間に、収束速度の遅い又は通常更新されない歪補償テーブルの検出を行うことにより、制御／演算部の負担を軽減することができる。請求項12に記載された発明は、送出されるデジタル信号と該デジタル信号の送信出力を復調して得た帰還信号との振幅、位相を比較して、送信回路の歪みを演算推定して歪み補償テーブルを作成し、該補償テーブルを用いて前記送出されるデジタル信号をブリディストーション処理することにより、送信回路の歪補償を行うエンベロープ検出型リニアライザ装置において、送信される信号電力に対応して複数の前記補償テーブルと、前記補償テーブルを更新又は切替えるテーブル更新手段と、シンボル間の移動に伴う周波数を検出する周波数検出手段とを設け、前記周波数検出手段は、送出されるデジタル信号のシンボルデータにより位相の変移方向を求め、前記テーブル更新手段は、前記周波数検出手段が検出した位相

の変移方向に対応して歪補償テーブルを分割して設け、前記位相の変移方向に対応した歪補償テーブルに対して、更新を行うことにより、周波数特性による歪補償特性の劣化を改善することができる。請求項13に記載された発明は、請求項12記載のエンベロープ検出型リニアライザ装置において、前記歪補償テーブルの更新回数を検出す

るテーブル更新回数検出手段を設け、前記テーブル更新手段は、歪補償動作開始直後は、前記位相の変移方向に関係なく、歪補償テーブルを同時に更新し、前記テーブル更新回数検出手段が検出した所定回数の同時更新を行った後に、前記位相の変移方向により分割された歪補償テーブルに対して、更新を行うことを特徴とするエンベロープ検出型リニアライザ装置。

【0029】請求項13記載の発明によれば、歪補償動作開始直後は、位相の変移方向に関係なく、歪補償テーブルを同時に更新し、テーブル更新回数検出手段が検出した所定回数の同時更新を行った後に、位相の変移方向により分割された歪補償テーブルに対して更新を行うことにより、周波数特性による歪補償特性の劣化を改善し、歪補償テーブルの収束時間を短縮することができる。

【0030】請求項14に記載された発明は、請求項12記載のエンベロープ検出型リニアライザ装置において、前記送出されるデジタル信号の信号点と前記帰還信号における対応する信号点との差分である誤差量を検出する誤差量検出手段を設け、前記テーブル更新手段は、歪補償動作開始直後は、前記位相の変移方向に関係なく、歪補償テーブルを同時に更新し、前記誤差量検出手段が検出した同時更新における歪補償演算後の誤差量が所定値以下になったとき、前記位相の変移方向により分割された歪補償テーブル毎に更新を行うことを特徴とする。

【0031】請求項14記載の発明によれば、歪補償動作開始直後は、位相の変移方向に関係なく、歪補償テーブルを同時に更新し、誤差量検出手段が検出した同時更新における歪補償演算後の誤差量が所定値以下になったとき、位相の変移方向により分割された歪補償テーブル毎に更新を行うことにより、周波数特性による歪補償特性の劣化を改善し、歪補償テーブルの収束時間を短縮することができる。

【0032】請求項15に記載された発明は、送出されるデジタル信号と該デジタル信号の送信出力を復調して得た帰還信号との振幅、位相を比較して、送信回路の歪みを演算推定して歪み補償テーブルを作成し、該補償テーブルを用いて前記送出されるデジタル信号をブリディストーション処理することにより、送信回路の歪補償を行うエンベロープ検出型リニアライザ装置において、前記補償テーブルを更新又は切替えるテーブル更新手段と、前記送出されるデジタル信号点の同相成分のI信号と前記送出されるデジタル信号点の直角成分のQ信号を求めるI・Q信号検出手段と、シンボル間の移動に伴う周波数を検出する周波数検出手段とを設け、前記I・Q信号検出手段により、前記送出されるデジタル信号点の同相成分のI信号と前記送出されるデジタル信号点の直角成分のQ信号を求め、さらに、前記周波数検出手段により、I信号及びQ信号を用いて、前記送

出されるデジタル信号点の移動距離及び回転方向を求め、前記周波数検出手段は、求めた移動距離及び回転方向に基づいて、デジタル信号点の移動に伴う周波数を推定し、前記テーブル更新手段は、前記周波数に対応して歪補償テーブルを分割して設け、前記周波数に対応した歪補償テーブルに対して、更新を行うことを特徴とする。

【0033】請求項15記載の発明によれば、I信号及びQ信号を用いて、送出されるデジタル信号点の移動距離及び回転方向を求め、周波数検出手段は、求めた移動距離及び回転方向に基づいて、デジタル信号点の移動に伴う周波数を推定し、テーブル更新手段は、周波数に対応して歪補償テーブルを分割して設け、周波数に対応した歪補償テーブルに対して更新を行うことにより、周波数特性による歪補償特性の劣化を改善することができる。

【0034】請求項16に記載された発明は、請求項15記載のエンベロープ検出型リニアライザ装置において、前記歪補償テーブルの更新回数を検出するテーブル更新回数検出手段を設け、前記テーブル更新手段は、歪補償動作開始直後は、前記周波数変化に関係なく、歪補償テーブルを同時に更新し、前記テーブル更新回数検出手段が検出した所定回数の同時更新を行なった後に、前記周波数により分割された歪補償テーブル毎に更新を行うことを特徴とする。

【0035】請求項16記載の発明によれば、歪補償動作開始直後は、周波数変化に関係なく、歪補償テーブルを同時に更新し、テーブル更新回数検出手段が検出した所定回数の同時更新を行なった後に、前記周波数により分割された歪補償テーブル毎に更新を行うことにより、周波数特性による歪補償特性の劣化を改善し、歪補償テーブルの収束時間を短縮することができる。

【0036】請求項17に記載された発明は、請求項15記載のエンベロープ検出型リニアライザ装置において、前記送出されるデジタル信号の信号点と前記帰還信号における対応する信号点との差分である誤差量を検出する誤差量検出手段を設け、前記テーブル更新手段は、歪補償動作開始直後は、前記周波数に関係なく、歪補償テーブルを同時に更新し、誤差量検出手段が検出した同時更新における歪補償演算後の誤差量が所定値以下になったとき、前記周波数により分割された歪補償テーブル毎に更新を行うことを特徴とする。

【0037】請求項17記載の発明によれば、歪補償動作開始直後は、前記周波数に関係なく、歪補償テーブルを同時に更新し、誤差量検出手段が検出した同時更新における歪補償演算後の誤差量が所定値以下になったとき、前記周波数により分割された歪補償テーブル毎に更新を行うことにより、周波数特性による歪補償特性の劣化を改善し、歪補償テーブルの収束時間を短縮することができる。

【0038】請求項18に記載された発明は、送出されるデジタル信号と該デジタル信号の送信出力を復調して得た帰還信号との振幅、位相を比較して、送信回路の歪みを演算推定して歪み補償テーブルを作成し、該補償テーブルを用いて前記送出されるデジタル信号をブリディストーション処理することにより、送信回路の歪補償を行うエンベロープ検出型リニアライザ装置において、前記歪補償テーブルを更新又は切替えるテーブル更新手段と、前記送出されるデジタル信号点の同相成分のI信号と前記送出されるデジタル信号点の直角成分のQ信号を求めるI・Q信号検出手段と、シンボル間の移動に伴う周波数を検出する周波数検出手段とを設け、前記I・Q信号検出手段により、前記送出されるデジタル信号点の同相成分のI信号と前記送出されるデジタル信号点の直角成分のQ信号を求め、さらに、前記周波数検出手段により、I信号及びQ信号を用いて、前記送出されるデジタル信号点の位相変移及び回転方向を求め、前記周波数検出手段は、該位相変移及び回転方向に基づいて、デジタル信号点の移動に伴う周波数を算出し、前記テーブル更新手段は、周波数間隔毎に設けた歪補償テーブルを更新することを特徴とする。

【0039】請求項18記載の発明によれば、I信号及びQ信号を用いて、前記送出されるデジタル信号点の位相変移及び回転方向を求め、周波数検出手段は、位相変移及び回転方向に基づいて、デジタル信号点の移動に伴う周波数を算出し、テーブル更新手段は、周波数間隔毎に設けた歪補償テーブルを更新することにより、周波数特性による歪補償特性の劣化を改善することができる。

【0040】請求項19に記載された発明は、請求項18記載のエンベロープ検出型リニアライザ装置において、前記歪補償テーブルの更新回数を検出するテーブル更新回数検出手段を設け、前記テーブル更新手段は、歪補償動作開始直後は、前記周波数変化に関係なく、歪補償テーブルを同時に更新し、前記テーブル更新回数検出手段が検出した所定回数の同時更新を行なった後に、前記周波数により分割された歪補償テーブル毎に更新を行うことを特徴とする。

【0041】請求項19記載の発明によれば、歪補償テーブルの更新回数を検出することにより、周波数特性による歪補償特性の劣化を改善し、歪補償テーブルの収束時間を短縮することができる。請求項20に記載された発明は、請求項18記載のエンベロープ検出型リニアライザ装置において、前記送出されるデジタル信号の信号点と前記帰還信号における対応する信号点との差分である誤差量を検出する誤差量検出手段を設け、前記テーブル更新手段は、歪補償動作開始直後は、前記周波数に関係なく、歪補償テーブルを同時に更新し、前記誤差量検出手段が検出した同時更新における歪補償演算後の誤差量が所定値以下になったとき、前記周波数により分割

された歪補償テーブル毎に更新を行うことを特徴とする。

【0042】請求項20記載の発明によれば、歪補償動作開始直後は、周波数に関係なく、歪補償テーブルを同時に更新し、誤差量検出手段が検出した同時更新における歪補償演算後の誤差量が所定値以下になったとき、周波数により分割された歪補償テーブル毎に更新を行うことにより、周波数特性による歪補償特性の劣化を改善し、歪補償テーブルの収束時間を短縮することができる。

【0043】請求項21に記載された発明は、送出されるデジタル信号と該デジタル信号の送信出力を復調して得た帰還信号との振幅、位相を比較して、送信回路の歪みを演算推定して歪み補償テーブルを作成し、該補償テーブルを用いて前記送出されるデジタル信号をブリディストーション処理することにより、送信回路の歪補償を行うエンベロープ検出型リニアライザ装置において、前記帰還信号をアンダーサンプリング技術を用いて復調した場合、I信号及びQ信号の少なくとも、一方に、オーバーサンプリングを行うことを特徴とする。

【0044】請求項21記載の発明によれば、帰還信号をアンダーサンプリング技術を用いて復調した場合は、帰還信号の同相成分のI信号と直角成分のQ信号とが同時に求められないが、I信号及びQ信号の少なくとも、一方に、オーバーサンプリングを行うことにより、帰還信号と送信信号の同期を取ることができる。請求項22に記載された発明は、請求項21記載のエンベロープ検出型リニアライザ装置において、前記オーバーサンプリングレートは、送信時のサンプリングレートよりも高いサンプリングレートであることを特徴とする。

【0045】請求項22記載の発明によれば、オーバーサンプリングレートは、送信時のサンプリングレートよりも高いサンプリングレートとすることにより、サンプリング時に発生する誤差を小さくすることができる。請求項23に記載された発明は、送出されるデジタル信号と該デジタル信号の送信出力を復調して得た帰還信号との振幅、位相を比較して、送信回路の歪みを演算推定して歪み補償テーブルを作成し、該補償テーブルを用いて前記送出されるデジタル信号をブリディストーション処理することにより、送信回路の歪補償を行うエンベロープ検出型リニアライザ装置において、オーバーサンプリングを行うオーバーサンプリング部とデータのレート変換を行うデータレート変換回路とを設け、前記帰還信号をアンダーサンプリング技術を用いて復調した場合、前記オーバーサンプリング部は、I信号及びQ信号の両方にオーバーサンプリングを行ない、該サンプリングデータを前記データレート変換回路に入力し、該データレート変換回路は、I信号及びQ信号データを送信の n (n は2以上の整数)倍オーバーサンプリングのデータレートに変換し、かつデジタルローパスフィルタを通した後にデ

ータの間引きを行なうことを特徴とする。

【0046】請求項23記載の発明によれば、データレート変換回路は、I信号及びQ信号データを送信の n (n は2以上の整数)倍オーバーサンプリングのデータレートに変換し、かつデジタルローパスフィルタを通した後にデータの間引きを行なうことにより、データレートの整合を図ることができる。請求項24に記載された発明は、請求項23記載のエンベロープ検出型リニアライザ装置において、前記送信出力を復調する際に、送信時のサンプリングレートより高いサンプリングレートでサンプリングして復調することを特徴とする。

【0047】請求項24記載の発明によれば、送信出力を復調する際に、送信時のサンプリングレートより高いサンプリングレートでサンプリングして復調することにより、I・Q信号取得後のオーバーサンプリングを省くことができる。また、制御/演算部の負担を軽減し、データの演算誤差を除去することができる。

【0048】請求項25に記載された発明は、請求項23又は24記載のエンベロープ検出型リニアライザ装置において、所定間隔おきにデータを間引くことによりデータレート変換を行うことを特徴とする。請求項25記載の発明によれば、所定間隔おきにデータを間引くことによりデータレート変換を行うことにより、データレートの整合を図ることができる。請求項26に記載された発明は、送出されるデジタル信号と該デジタル信号の送信出力を復調して得た帰還信号との振幅、位相を比較して、送信回路の歪みを演算推定して歪み補償テーブルを作成し、該補償テーブルを用いて前記送出されるデジタル信号をブリディストーション処理することにより、送信回路の歪補償を行うエンベロープ検出型リニアライザ装置において、デジタル信号を遅延させる遅延素子を設け、送出されるデジタル信号と該デジタル信号の送信出力を復調して得た帰還信号間の同期が得られないとき、送信データの0クロスポイントと受信データの0クロスポイントを複数の前記遅延素子を用いて一致させることを特徴とする。

【0049】請求項26記載の発明によれば、送信データの0クロスポイントと受信データの0クロスポイントを複数の前記遅延素子を用いて一致させることにより、送信データと受信データとの間の同期を取ることができる。請求項27に記載された発明は、請求項26記載のエンベロープ検出型リニアライザ装置において、前記遅延素子は、トランスバーサルフィルタの遅延素子であることを特徴とする。

【0050】請求項27記載の発明によれば、遅延素子は、トランスバーサルフィルタの遅延素子であることにより、オーバーサンプリングの機能を付加することができる。請求項28に記載された発明は、請求項26記載のエンベロープ検出型リニアライザ装置において、前記送信出力を復調する際に、送信時のサンプリングレートよ

り高いサンプリングレートでサンプリングすることを特徴とする。

【0051】請求項28記載の発明によれば、送信出力を復調する際に、送信時のサンプリングレートより高いサンプリングレートでサンプリングすることにより、I・Q信号取得後のオーバーサンプリングを省くことができる。また、制御／演算部の負担を軽減し、データの演算誤差を除去することができる。

【0052】請求項29に記載された発明は、請求項26記載のエンベロープ検出型リニアライザ装置において、自動オフセット調整機能を併用することを特徴とする。請求項29記載の発明によれば、自動オフセット調整機能を併用することにより、0クロスポイントの検出精度を高めることができる。その結果、歪補償特性を改善することができる。

【0053】請求項30に記載された発明は、送出されるデジタル信号と該デジタル信号の送信出力を復調して得た帰還信号との振幅、位相を比較して、送信回路の歪みを演算推定して歪み補償テーブルを作成し、該補償テーブルを用いて前記送出されるデジタル信号をブリディストーション処理することにより、送信回路の歪補償を行うエンベロープ検出型リニアライザにおける歪み補償更新方法において、送信される信号電力に対応して複数の前記補償テーブルを設け、歪補償動作開始直後は、隣接する複数の前記歪補償テーブルに対して同時にテーブルの更新を行い、その後、同時に更新する前記歪補償テーブルの数を段階的に減らし、所定時間後に、所定の前記歪補償テーブルのみに対して更新を行なうことを特徴とする。

【0054】請求項31に記載された発明は、請求項30記載のエンベロープ検出型リニアライザにおける歪み補償更新方法において、前記送出されるデジタル信号の信号点と前記帰還信号における対応する信号点との差分である誤差量を検出し、該誤差量に応じ、同時更新する前記歪補償テーブルの数の切り換えを行うことを特徴とする。

【0055】請求項32に記載された発明は、送出されるデジタル信号と該デジタル信号の送信出力を復調して得た帰還信号との振幅、位相を比較して、送信回路の歪みを演算推定して歪み補償テーブルを作成し、該補償テーブルを用いて前記送出されるデジタル信号をブリディストーション処理することにより、送信回路の歪補償を行うエンベロープ検出型リニアライザにおける歪み補償更新方法において、収束速度の遅い又は通常更新されない前記歪補償テーブルがある場合、隣接する正常な収束を行う一つの前記歪補償テーブルの更新データを、前記更新速度の遅い又は通常更新されない歪補償テーブルに書き込むことを特徴とする。

【0056】請求項33に記載された発明は、請求項32記載のエンベロープ検出型リニアライザにおける歪み

補償更新方法において、隣接する歪補償テーブル間の差分である差分誤差値を求め、該差分誤差値が所定値を超えた場合、一方の歪補償テーブルの収束が進んでいるとき、前記隣接する歪補償テーブルの他方は、前記収束速度の遅い又は通常更新されない歪補償テーブルであると検出することを特徴とする。

【0057】請求項34に記載された発明は、請求項32記載のエンベロープ検出型リニアライザにおける歪み補償更新方法において、前記歪補償テーブルの更新回数を求め、該更新回数が所定値を超えないとき、前記歪補償テーブルは、前記収束速度の遅い又は通常更新されない歪補償テーブルであると検出することを特徴とする。

【0058】請求項35に記載された発明は、送出されるデジタル信号と該デジタル信号の送信出力を復調して得た帰還信号との振幅、位相を比較して、送信回路の歪みを演算推定して歪み補償テーブルを作成し、該補償テーブルを用いて前記送出されるデジタル信号をブリディストーション処理することにより、送信回路の歪補償を行うエンベロープ検出型リニアライザにおける歪み補償更新方法において、収束速度の遅い又は通常更新されない前記歪補償テーブルがある場合、隣接する正常な歪補償テーブルのデータから、低次の近似式を求め、その式より求めた補間値を、前記更新速度の遅い又は通常更新されない歪補償テーブルに書き込むことを特徴とする。

【0059】請求項36に記載された発明は、請求項35記載のエンベロープ検出型リニアライザにおける歪み補償更新方法において、隣接する歪補償テーブル間の差分である差分誤差値を求め、該差分誤差値が所定値を超えた場合、一方の歪補償テーブルの収束が進んでいるとき、前記隣接する歪補償テーブルの他方は、前記収束速度の遅い又は通常更新されない歪補償テーブルであると検出することを特徴とする。

【0060】請求項37に記載された発明は、請求項35記載のエンベロープ検出型リニアライザにおける歪み補償更新方法において、前記歪補償テーブルの更新回数を求め、該更新回数が所定値を超えないとき、前記歪補償テーブルは、前記収束速度の遅い又は通常更新されない歪補償テーブルであると検出することを特徴とする。

【0061】請求項38に記載された発明は、請求項33又は36記載のエンベロープ検出型リニアライザにおける歪み補償更新方法において、前記送出されるデジタル信号点の信号電力が小さい場合は、前記差分誤差値の所定値を小さく設定し、前記信号電力が大きい場合は、前記差分誤差値の所定値を大きく設定することを特徴とする。

【0062】請求項39に記載された発明は、請求項34又は37記載のエンベロープ検出型リニアライザにおける歪み補償更新方法において、歪補償テーブルに書き込まれる更新回数を一定期間毎にリセットすることを特

徴とする。請求項40に記載された発明は、請求項33、34、36又は37記載のエンベロープ検出型リニアライザにおける歪み補償更新方法において、通信方式が時分割多元接続の場合、時分割多元接続の空きスロット期間に、前記収束速度の遅い又は通常更新されない歪補償テーブルの検出を行うことを特徴とする。

【0063】請求項41に記載された発明は、送出されるデジタル信号と該デジタル信号の送信出力を復調して得た帰還信号との振幅、位相を比較して、送信回路の歪みを演算推定して歪み補償テーブルを作成し、該補償テーブルを用いて前記送出されるデジタル信号をブリディストーション処理することにより、送信回路の歪補償を行うエンベロープ検出型リニアライザにおける歪み補償更新方法において、送信される信号電力に対応して複数の前記補償テーブルを設け、送出されるデジタル信号のシンボルデータにより位相の変移方向を求め、前記位相の変移方向に対応して歪補償テーブルを分割して設け、前記位相の変移方向に対応した歪補償テーブルに対して、更新を行うことを特徴とする。

【0064】請求項42に記載された発明は、請求項41記載のエンベロープ検出型リニアライザにおける歪み補償更新方法において、歪補償動作開始直後は、前記位相の変移方向に関係なく、歪補償テーブルを同時に更新し、所定回数の同時更新を行なった後に、前記位相の変移方向により分割された歪補償テーブルに対して、更新を行うことを特徴とする。

【0065】請求項43に記載された発明は、請求項41記載のエンベロープ検出型リニアライザにおける歪み補償更新方法において、歪補償動作開始直後は、前記位相の変移方向に関係なく、歪補償テーブルを同時に更新し、同時更新における歪補償演算後の誤差が所定値以下になったとき、前記位相の変移方向により分割された歪補償テーブル毎に更新を行うことを特徴とする。

【0066】請求項44に記載された発明は、送出されるデジタル信号と該デジタル信号の送信出力を復調して得た帰還信号との振幅、位相を比較して、送信回路の歪みを演算推定して歪み補償テーブルを作成し、該補償テーブルを用いて前記送出されるデジタル信号をブリディストーション処理することにより、送信回路の歪補償を行うエンベロープ検出型リニアライザにおける歪み補償更新方法において、前記送出されるデジタル信号点の同相成分のI信号と前記送出されるデジタル信号点の直角成分のQ信号を求め、さらに、I信号及びQ信号を用いて、前記送出されるデジタル信号点の移動距離及び回転方向を求め、該移動距離及び回転方向に基づいて、デジタル信号点の移動に伴う周波数を推定し、前記周波数に対応して歪補償テーブルを分割して設け、前記周波数に対応した歪補償テーブルに対して、更新を行うことを特徴とする。

【0067】請求項45に記載された発明は、請求項4

4記載のエンベロープ検出型リニアライザにおける歪み補償更新方法において、歪補償動作開始直後は、前記周波数変化に関係なく、歪補償テーブルを同時に更新し、所定回数の同時更新を行なった後に、前記周波数により分割された歪補償テーブル毎に更新を行うことを特徴とする。

【0068】請求項46に記載された発明は、請求項44記載のエンベロープ検出型リニアライザにおける歪み補償更新方法において、歪補償動作開始直後は、前記周波数に関係なく、歪補償テーブルを同時に更新し、同時更新における歪補償演算後の誤差が所定値以下になったとき、前記周波数により分割された歪補償テーブル毎に更新を行うことを特徴とする。

【0069】請求項47に記載された発明は、送出されるデジタル信号と該デジタル信号の送信出力を復調して得た帰還信号との振幅、位相を比較して、送信回路の歪みを演算推定して歪み補償テーブルを作成し、該補償テーブルを用いて前記送出されるデジタル信号をブリディストーション処理することにより、送信回路の歪補償を行うエンベロープ検出型リニアライザにおける歪み補償更新方法において、前記送出されるデジタル信号点の同相成分のI信号と前記送出されるデジタル信号点の直角成分のQ信号を求め、さらに、I信号及びQ信号を用いて、前記送出されるデジタル信号点の位相変移及び回転方向を求め、該位相変移及び回転方向に基づいて、デジタル信号点の移動に伴う周波数を算出し、周波数間隔毎に歪補償テーブルを設けることを特徴とする。

【0070】請求項48に記載された発明は、請求項47記載のエンベロープ検出型リニアライザにおける歪み補償更新方法において、歪補償動作開始直後は、前記周波数に関係なく、歪補償テーブルを同時に更新し、所定回数の同時更新を行なった後に、前記周波数により分割された歪補償テーブル毎に更新を行うことを特徴とする。

【0071】請求項49に記載された発明は、請求項47記載のエンベロープ検出型リニアライザにおける歪み補償更新方法において、歪補償動作開始直後は、前記周波数に関係なく、歪補償テーブルを同時に更新し、同時更新における歪補償演算後の誤差が所定値以下になったとき、前記周波数により分割された歪補償テーブル毎に更新を行うことを特徴とする。

【0072】請求項50に記載された発明は、送出されるデジタル信号と該デジタル信号の送信出力を復調して得た帰還信号との振幅、位相を比較して、送信回路の歪みを演算推定して歪み補償テーブルを作成し、該補償テーブルを用いて前記送出されるデジタル信号をブリディストーション処理することにより、送信回路の歪補償を行うエンベロープ検出型リニアライザにおける歪み補償更新方法において、前記帰還信号をアンダーサン

10

20

30

40

50

プリング技術を用いて復調した場合、I信号及びQ信号の少なくとも、一方に、オーバーサンプリングを行うことを特徴とする。

【0073】請求項51に記載された発明は、請求項50記載のエンベロープ検出型リニアライザにおける歪み補償更新方法において、前記オーバーサンプリングレートは、送信時のサンプリングレートよりも高いサンプリングレートであることを特徴とする。請求項52に記載された発明は、送出されるデジタル信号と該デジタル信号の送信出力を復調して得た帰還信号との振幅、位相を比較して、送信回路の歪みを演算推定して歪み補償テーブルを作成し、該補償テーブルを用いて前記送出されるデジタル信号をプリディストーション処理することにより、送信回路の歪補償を行うエンベロープ検出型リニアライザにおける歪み補償更新方法において、前記帰還信号をアンダーサンプリング技術を用いて復調した場合、I信号及びQ信号の両方にオーバーサンプリングを行ない、該サンプルデータを外付けのデータレート変換回路に入力し、該データレート変換回路は、I信号及びQ信号データを送信の n (n は2以上の整数)倍オーバーサンプリングのデータレートに変換し、かつデジタルローパスフィルタを通した後にデータの間引きを行なうことを特徴とする。

【0074】請求項53に記載された発明は、請求項52記載のエンベロープ検出型リニアライザにおける歪み補償更新方法において、前記送信出力の復調時に送信時のサンプリングレートより高いサンプリングレートでサンプリングすることを特徴とする。請求項54に記載された発明は、請求項52又は53記載のエンベロープ検出型リニアライザにおける歪み補償更新方法において、所定間隔おきにデータを間引くことによりデータレート変換を行うことを特徴とする。

【0075】請求項55に記載された発明は、送出されるデジタル信号と該デジタル信号の送信出力を復調して得た帰還信号との振幅、位相を比較して、送信回路の歪みを演算推定して歪み補償テーブルを作成し、該補償テーブルを用いて前記送出されるデジタル信号をプリディストーション処理することにより、送信回路の歪補償を行うエンベロープ検出型リニアライザにおける歪み補償更新方法において、送出されるデジタル信号と該デジタル信号の送信出力を復調して得た帰還信号間の同期が得られないとき、送信データの0クロスポイントと受信データの0クロスポイントを複数の遅延素子を用いて一致させることを特徴とする。

【0076】請求項56に記載された発明は、請求項55記載のエンベロープ検出型リニアライザにおける歪み補償更新方法において、遅延調整素子は、トランスバースルフィルタであることを特徴とする。請求項57に記載された発明は、請求項55記載のエンベロープ検出型リニアライザにおける歪み補償更新方法において、前記

送信出力の復調時に送信時のサンプリングレートより高いサンプリングレートでサンプリングすることを特徴とする。

【0077】請求項58に記載された発明は、請求項55記載のエンベロープ検出型リニアライザにおける歪み補償更新方法において、自動オフセット調整機能を併用することを特徴とする。請求項30～58記載の発明によれば、請求項1～29に記載したエンベロープ検出型リニアライザ装置に適した歪み補償更新方法を提供することができる。

【0078】

【発明の実施の形態】次に、本発明の実施例について図面と共に説明する。

【0079】

【実施例】第1の実施例を説明する。

(テーブルの収束速度の違いの補償) 送信装置の歪み補償回路例を図5に示す。データ生成部100より送出されたデータは、DSPである制御/演算部200により同相信号のI信号及び直交信号のQ信号に分けられ、必要なフィルタリング処理を施こされて、デジタル・アナログ変換器102へ印加される。デジタル・アナログ変換器102により、アナログベースバンド信号となる。アナログベースバンド信号となったデータは、直交変調器103に入力される、同時に直交変調器103には、基準搬送波109が入力されている。この搬送波は、前記ベースバンド信号で直交変調される。この変調波出力は、電力増幅器106で所要電力まで増幅され空中線107を通じて送出される。

【0080】また、方向性結合器108を通じて分岐した送信波は、直交復調器104に入力される。直交復調器104には、前述の基準搬送波109が入力されているので送信したベースバンド信号が再現される。このベースバンド信号を、アナログ・デジタル変換器105でデジタル信号に変換し、制御/演算部200に入力する。

【0081】制御/演算部200では、送信ベースバンド信号の振幅、位相と帰還ベースバンド信号の振幅、位相を比較しそれが同じになるまで送信ベースバンド信号をプリディストーションする動作を繰り返す。したがって、最終的には、直交変調器103、電力増幅器106の非線形性により生じる歪みを補償することができる。

【0082】例えば、制御/演算部200は、送出されるデジタル信号と該デジタル信号の送信出力を復調して得た帰還信号との振幅、位相を比較して、例えば、LMS法(送出されるデジタル信号と該デジタル信号の差の2乗が減少するように、演算する。)に従って、送信回路の歪みを演算推定し補償テーブルを作成する。次に、制御/演算部200は、該補償テーブルを用いて、送信出力をプリディストーション処理する。これを、繰り返すことにより、送信回路の歪を補償するその

ときの歪補償用のテーブルは図6のような構成となっている。電力値(信号電力)は、コンスタレーションの原点からの距離で計算され、A～Zの値は変調方式等により異なる。また0 dBとは変調波(PN変調時)の平均出力レベルである。

【0083】図6によれば、信号電力に対応して、補償パラメータが決まる。この補償テーブルは、固定でなく、例えば、LMS法に従い、適応的に更新される。

(テーブルの収束速度の違いの補償(その1))図6のNを大きくすると、テーブルの刻み幅が小さくなり細かな歪補償が可能となるが、図3のポイントの少ない部分

(黒点の少ない部分)の更新が遅れ、逆に歪補償特性の劣化を起すことになる。そこで所定回数又は所定誤差量(歪補償演算の結果出てくる誤差量)になるまでNを小さくし、その後Nを大きくする。これにより、歪補償動作開始直後は大きく更新し、所定回数又は所定誤差量になると細かく更新することで、この問題を改善する。

【0084】規定回数後N値を1/2にする場合のフローを図7に示す。START(S10)の部分においては、テーブルの分割を切り換える規定回数Kとカウント値を格納するC0の初期化を行なう。電力計算部(S11)においては、歪補償演算結果を格納するテーブルNoを求めるために電力の計算を行なっている。これは送信のベースバンド信号より簡単に求めることが可能である。

【0085】歪補償演算の部分(S12)は、送出ベースバンド波形と受信ベースバンド波形を比較して歪補償テーブルに格納するパラメータ(振幅歪み補償値及び位相歪み補償値)を計算する部分である。次にカウンタ値C0と規定回数値Kを比較し、カウンタ値が規定回数値を越えていれば(S13; y)、通常のテーブル書込を行う歪補償動作に戻る(S15)。またカウンタ値C0と規定回数値Kを比較し、カウンタ値が規定回数値を越えていなければ(S13; n)、演算結果を通常格納すべきテーブルが、偶数か奇数かを判断する(S14)。偶数ならば(S14; y)、テーブルNo、No-1に演算結果を書き込み、奇数ならば(S14; n)、テーブルNo、No+1に書き込みを行い、歪補償動作に戻る。

【0086】偶数、奇数判断を行うことにより、2つのテーブルに書き込む電力範囲を一定にしている。また、M分割時はMの倍数でテーブルの更新区間を切ることと同様に2つのテーブルに書き込む電力範囲を一定にすることができる。また、カウンタ値を複数持ち、テーブル数Nを何段階かに分けて大きくしていくと、さらに初期状態での収束を速くすることが可能となる。

【0087】なお、上記説明では、テーブルの分割の切り換えを、規定回数Kを超えているか否かで切り替えたが、規定回数Kの代わりに、送出されるデジタル信号の信号点と前記帰還信号における対応する信号点との差

分である誤差量に応じて、テーブルの分割を切り換えてもよい。

(テーブルの収束速度の違いの補償(その2))図6で示した歪補償テーブルをグラフにすると図8のようになる(図8はレベル-Δr特性である。その他に、レベル-Δθ特性があるが同様なので省く)。グラフ中のP2、N2、N3は、更新遅れポイントである。(テーブルの収束速度の違いの補償(その1))の実施例を用いた場合P2は前後どちらかの値と同じになり補償可能となるがN2、N3は、場合によっては、更新されない場合がある(例えば、テーブル数Nを初期は、N/2とした場合)。そこで以下の方法を用いる。

【0088】① 更新されにくいポイントが既知の場合(その1)

予め、シミュレーションを行い、テーブル更新の遅い又は更新されないポイントを探し出す。そのポイントの歪補償テーブルは、前後どちらかのポイントの歪補償テーブルとすることで、更新されにくいポイントにより発生する帯域外のノイズを抑制することが可能となる。例えば、図8において、P2の歪補償テーブルは、P3の歪補償テーブルとする。従って、ポイントP2はポイントP1のようになる。

【0089】② 更新されにくいポイントが既知の場合(その2)

予め、PN変調波でテーブルを作成し、更新の遅い又は更新されないポイントを探し出す。そのポイントを前後のポイントから低次の近似式で補間することで、更新されにくいポイントにより発生する帯域外のノイズの発生を抑制することが可能となる。

【0090】例えば、図8において、ポイントN2、N3は、ポイントN1及びN4に基づいて一次式で補間している。

③ 更新されにくいポイントを自動的に検出する場合(その1)

例えば、上記①又は②に用いるために、更新の行なわれるポイント(平均電力付近)を基準にして、前後のポイントの誤差を検出する。そして前後のポイントの誤差が規定値にあれば、そのポイントは正しいと判断する。前後のポイントの誤差が規定値を超えている場合は、更新されにくいポイントと判断し、更新されにくいポイント(NGポイント)を自動的に検出する。途中NGポイントがあった場合は、一つ前の正常なポイントとNGポイントの次のポイントとの誤差を計算し、その誤差が規定誤差範囲(一つ前ポイントの誤差範囲+今回のポイントの誤差範囲)内であれば正常と判断する。NGポイントが連続した場合も同様である。また誤差は出力レベルが高くなればなるほど大きくなる性質があるので、出力レベル計数をかけることで、さらに検出精度を高めることが可能となる。

【0091】また、(テーブルの収束速度の違いの補償

(その1))の実施例の手段を用いた後に本手段を用いることで、更新されにくいポイントにより発生する帯域外のノイズの発生をさらに早く抑制することが可能となる。TDMA(時分割多元接続)の方式の場合は、送信していないスロット間に、本処理を行なうことで制御/演算部の負荷を軽減することが可能である。

【0092】本処理を図9を用いて説明する。初期設定(S20)では、各パラメータの設定を行なう。kは、前後のポイント誤差の許容値(規定誤差)である。Poは、出力レベル(信号電力)に依存して変化する係数である(標準出力レベルを1としている)。これは、出力レベルに応じて規定誤差の許容値を変化させるために用いるものである。ここでは、単にPoをかけているが、Poの二乗等をかけてことや多項式を用いることでテーブルの特徴にあった誤差範囲を設定することが可能である。Drは、誤差の計算結果で、これは連続する2つのテーブルの差分である。Nには、実際のテーブルサイズ(図6のN)が格納される。Ncは、ループのカウンタ値(テーブルNoに対応する)である。ksは、NGポイントがあった場合に、そのときのNGポイントの誤差を保存するための変数である。次のブロック(S21)においては、実際にOK or NGを検出するための誤差(しきい値)を計算する($k_k = k \times P_o + k_s$)。誤差計算のブロック(S21)においては、テーブルデータの差分を取った後に絶対値に変換している。次に、実際にOK or NGの判定を行う(S23)。ここでは、誤差計算結果がしきい値より小さければ(y)OK、逆に大きければ(n)NGと判断する。OKならば、その情報(フラグの例 1:OK, 0:NG)をメモリに書き込み(S24)、ksに0を代入した後(S25)、Ncをカウントアップし(S28)、規定回数に達していない場合(S29;n)は、処理を繰り返す。また、NGと判断した場合は、NG情報をメモリに書き込み(S26)、ksに現在のしきい値を代入した後(S27)、Ncをカウントアップし(S28)、規定回数に達していない場合(S29;n)は、処理を繰り返す。規定回数に達した場合(S29;y)は、メモリに蓄えた情報より、NGポイント及びOKポイントを探し出し、NGポイントに上述した補間処理(上記①又は②)を行い(S30)、処理を終了する(S31)。

【0093】④ 更新されにくいポイントを自動的に検出する場合(その2)

別の手法としては、歪補償時に書き込んだテーブルにその電力のテーブルの更新回数を同時に入れておき、その更新回数をもとに判断する手法も有る。この場合は、送信において、プリディストーションを行なう際に、テーブルの情報より更新回数を読み出し、このテーブルが正常に更新されているか、いないかを判断する。正常に更新されていれば、通常の処理を行う。また、正常に更新されていなければ、前後の正常に更新されているポイン

トより更新されていないポイントのテーブルを計算し、その値を使ってプリディストーションを行なう。この方法は、上記③の方法と比べると処理時間が小さくなる特徴がある。

【0094】図10を用いてこの処理を説明する。図において、TCはトータルの更新回数($TC = C_1 + C_2 + \dots + C_n$)、Cnはテーブルnの更新回数で、nはテーブル番号を表している。KCはOK/NGを判断するためのしきい値で、KRは全Cn及びTCをクリアするためのカウンタ値である。また、MはテーブルのNG/OKの判断処理に入るしきい値を決める係数である。図10において、初期設定(S40)で前述のパラメータ等の設定を行い、次に、トータルの更新回数TCと処理開始しきい値 $M \times C_n$ を比較し(S41)、TCが $M \times C_n$ に達していなければ(S41;n)、正常なポイントも異常と検出するのを防ぐために通常の処理のみを行なう。TCがCnに達している場合(S41;y)は、更新テーブルの中から更新回数Cnを読み出し(S42)、更新回数しきい値KCと比較する(S43)。Cn < KCならば(S43;y)、正常に更新されているポイントと判断し、次の処理へ移る(S44)。Cn < KCならば(S43;n)、更新されづらいポイントと判断し、前後のテーブルの更新回数から正常なポイントを検索し(S46)、そのデータをもとに補間処理(前記①又は②)及びテーブル更新を行なう(S47、S48)。その後、カウンタNの値をカウントアップし(S45)、リセットカウンタ値KRと比較し、規定回数に達していない場合には(S49;n)、最初の処理に戻り、達している場合には(S49;y)、全Cn及びTCの値をクリアし(S50)、最初の処理に戻る。これにより、カウンタ値が大きくなりNGのポイントの検出ができなくなることを防いでいる。

【0095】また(テーブルの収束速度の違いの補償(その1))の実施例の手段を用いた後に、本手段を用いることで、更新されにくいポイントにより発生する帯域外のノイズの発生をさらに早く抑制することが可能となる。またTDMA方式の場合は送信していないスロットで、一部又は全ての歪補償テーブルの更新回数を検出し、前述と同様に更新の遅いあるいは通常更新されない歪補償テーブルの値を補間することで制御/演算部の負荷を軽減することが可能となる。

【0096】また、上記フローチャートでは、S41で、トータル更新回数TCと $M \times C_n$ とを比較しているが、トータル更新回数TCは、所定回数と比較してもよい。第2の実施例を説明する。

(リニアライザの無線系に周波数特性がある場合の補償) デジタル変調波の周波数特性はI信号、Q信号のポイントの位相方向及び移動距離より推測できる。図11においてStartからシンボルポイントが00の方向へ移動した場合シンボルレートがA[kbps]時に

は角速度は $A \times \pi / 4$ となる。また移動方向は正の方向なのでキャリア周波数から角速度で $A \times \pi / 4$ 分速くなったことがわかる。前述のようにして変調波の周波数を推定し周波数毎にテーブルを作ることによりライザの無線系に存在する周波数特性の影響を小さく抑えることが可能となる。周波数の検出間隔を小さくすることでさらに精度を高めることが可能となる。

【0097】送信装置の歪み補償回路例を図5に示す。動作は実施例1と同様である。図5の回路構成で、制御／演算部200において、周波数成分毎にテーブルを作成することで、周波数特性による歪補償特性の劣化を抑えることが可能となる。その際のテーブル構成を図12(4分割時)に示す。図12のようにテーブルは、周波数毎に区切られている。周波数を求めるには以下の方法を使う。

(シンボルデータを使う場合($\pi/4$ QPSK変調時))変調波の周波数は、コンスタレーション上を、どちらの方向へ、単位時間当りにどの程度移動するかで決定される。

【0098】 $\pi/4$ QPSK変調においては、シンボル時間当たりの位相変移(移動量)はシンボルデータによ

$$m = \sqrt{[\{ I(s+1) - I(s) \}^2 + \{ (Q(s+1) - Q(s)) \}^2]} \dots (1)$$

実際には、正確な移動距離は必要なく、大小関係が分かれば更新テーブルの分割は可能なので、次式を使用する

$$M = m^2 = \{ I(s+1) - I(s) \}^2 + \{ (Q(s+1) - Q(s)) \}^2 \dots (2)$$

また、移動方向はI、Qを $I + jQ$ とおくと次式で判定★ ★できる。

$$\{ I(s) + jQ(s) \} \times \{ I(s+1) + jQ(s+1) \}^* \dots (3)$$

なお、*は、共役複素数を表す。

☆ ☆【0101】(3)の式を解くと次式のようになる。

$$\{ I(s) \times I(s+1) - Q(s) \times Q(s+1) \} + j \{ I(s) \times Q(s+1) + Q(s) \times I(s+1) \} \dots (4)$$

(4)式の虚数部が負ならば、一方向へポイントが回転していることが分かるので周波数は低くなっていると考えられる。逆に正ならば、+方向へポイントが回転していることが分かるので周波数は高くなっていると考えられる。

【0102】QPSK変調についても同様に考えられる。QPSK変調のコンスタレーションの概略を図13に示す。QPSK変調の場合、00→11や00→00等の場合、周波数の変移が無いことが分かる。(原点を除く)この場合、移動距離≒周波数の関係が成り立たない。この場合、(4)式の虚数部≒0となるので、周波数が低いとして扱うことで誤動作を防ぐことができる。

【0103】分割数が少ない場合は、以上のような方法を用いることで少ない演算量で周波数を近似的に求めることができる。これにより、無線系の周波数特性による歪補償特性の劣化を改善が可能となる。また、(シンボルデータを使う場合($\pi/4$ QPSK変調時))の場合

*り決定される。シンボル時間は一定であるのでシンボルデータで大きな周波数成分を知ることが可能となる。この方法を使えば、後述の実施例に比べ計算時間の削減が可能となる。但し、この方法では、テーブルの分割数が実質的に増えたのと同じになり、テーブルの更新時間が長くなる弊害がある。これは、一定期間又は一定の誤差量になるまでは分割数1として扱いその後、分割テーブル更新を行なうことで改善可能である。また、第1の実施例の方法を併用することで、さらに早く且つテーブル更新の遅いポイントによる歪補償特性の劣化を防ぐことができ、歪補償特性を改善することができる。

(I、Qデータを使用する場合($\pi/4$ QPSK、QPSK時)) $\pi/4$ QPSK変調においては、位相変動が停止する場合は無い。この場合、オーバーサンプリング間隔のデータの移動距離が、近似的に角速度に対応し、周波数に対応すると考えられる。

【0099】あるサンプルポイントのI、QデータをI(s)、Q(s)とし、その次のサンプルポイントのデータをI(s+1)、Q(s+1)とすると、移動距離mは次式で表される。

※ことが可能となり、計算時間が大幅に短縮できる。

【0100】

と同様に、テーブルの分割数が実質的に増えたのと同じになり、テーブルの更新時間が長くなる弊害がある。これは、一定期間又は一定の誤差量になるまでは、分割数1として扱いその後、分割テーブル更新を行うことで改善可能である。また、第1の実施例の方法を併用することで、さらに早くかつテーブル更新の遅いポイントによる歪補償特性の劣化を防ぐことができ歪補償特性を改善することができる。

(I、Qデータを使用する場合)テーブルの分割数が多い又は変調方式が $\pi/4$ QPSK及びPSK以外の場合は、上記の方法だと判別が不可能となる場合がある。16QAMの場合の例を図14に示す。

【0104】図14においてa-b、c-d間の距離は同じであるが、明らかに移動角度が異なることが分かる。この場合、移動量で周波数を推測することはできない。また、テーブルの分割数を小さくした場合は、ローloffフィルタの影響等で同様に誤差が大きく現れるこ

となる。この問題は式(4)の実数部と虚数部の比を取ることで解決できる。式(4)の実数部と虚数部の比は*

$$PHD = \{I(s) \times Q(s+1) - Q(s) \times I(s+1)\} / \{I(s) \times I(s+1) + Q(s) \times Q(s+1)\} \cdots (5)$$

実際の角度は、アークタンジェントATAN(PHD)で表せる。PHDは一定時間に進んだ角度と同等である。すなわち角速度(角速度=周波数)と考えられる。よって、この比をもとに、テーブルの分割範囲を区切ることで周波数でテーブルを分割したことに同等になる。本手段を用いることで、リニアライザの無線系の周波数特性に起因する歪補償特性の劣化を改善することが可能となる。また、テーブルの分割数が実質的に増えたのと同じになり、テーブルの更新時間が長くなる弊害がある。これは一定期間又は一定の誤差量になるまでは分割数1として扱い、その後、分割テーブル更新を行なうことで改善可能である。また、第1の実施例の方法を併用することで、さらに早く且つテーブル更新の遅いポイントによる歪補償特性の劣化を防ぐことができ、歪補償特性を改善することができる。

【0106】この処理を図15を用いて説明する。図15において、最初に、テーブル切替カウンタしきい値CTBを設定し、その他のパラメータの初期化を行なう(S60)。その後、歪検出において(S61)、歪補償を行なうためのパラメータの抽出を行なっている。次に、PHD検出においては(S62)、(4)式及び(5)式の虚数部より移動位相(周波数)及び移動方向を検出する。そしてテーブル切替カウンタ値がCTBより小さい場合は(S63; y)、周波数毎に分割された全てのテーブルを同時に更新し(S64)、テーブル切替カウンタ値をカウントアップする(S65)。その後、歪検出処理へもどり同様の動作を繰り返す。そしてCTBの値がテーブル切替カウンタ値より大きくなった場合は(S63; n)、PHD検出部の結果をもとに、書き込みテーブルを選択し、その歪補償テーブルを更新し(S66)、その動作を繰り返す。このようにすることで高速で且つリニアライザ無線系の周波数特性に強い歪補償を実現することが可能となる。

【0107】第3の実施例を説明する。

(アンダーサンプリング技術を用いてリニアライザの復調系を構成する場合)送信装置の歪み補償回路例を図17に示す。図5と比べ、直交復調器104が無く、直接RF信号がA/Dコンバータ205へ入っている(アンダーサンプリングのため)以外は、動作は実施例1と同様である。図中の分周器は同期の取れたサンプリングクロックを生成するための一例である。このほか基準搬送波を生成する際に使用する基準信号を分周することなども考えられる。タイミング調整部204の役割については後述する。

(オーバーサンプリングを使用する場合)A/Dコンバータ一つでアンダーサンプリングを行なった場合復調さ

*次式で表される。

【0105】

れたI信号、Q信号においてデータのサンプリング時間に時間差が発生し制御/演算部内部で持っている理想波形との演算で誤差が無いにもかかわらず誤差が有るように認識しその結果、歪補償特性が劣化する問題がある。この問題は受信されたI信号、Q信号の両方又は一方に対し制御/演算部でオーバーサンプリングを施すことで解決できる。(図16に示すようにオーバーサンプリング処理を施すことでI信号、Q信号それぞれに対応するポイントをつくり出すことが可能となる。なお、図16

(A)は、送信信号の同相信号Iであり、図16(B)は、送信信号の直交信号Qであり、図16(C)は、帰還信号の同相信号Iであり、図16(D)は、帰還信号の直交信号Qである。)

また、送信のサンプリングレートと受信のサンプリングレートが異なる場合には、バッファに一旦蓄積し、それからの読みだしレートを調整する等で解決する。

【0108】また、送信の変調を行なうローカル信号(ローカル発振周波数)とアンダーサンプリングを行なうA/Dコンバータのサンプリングクロックの同期が取れていない場合は、アンダーサンプリングにより復調されたI信号、Q信号の0クロスポイントを調整することで解決できる。一つのA/Dコンバータを使ってアンダーサンプリングを行なう場合は、I信号、Q信号間に時間差が生じサンプリングデータをそのまま使用して、歪補償を行なった場合、歪補償特性が劣化してしまう問題がある。この問題はI信号、Q信号のどちらか又は両方に2n倍オーバーサンプリング処理(n=1、2、3・・・)を施すことで解決できる。

【0109】図18は、オーバーサンプリングを実現するための回路構成である。オーバーサンプリングは、デジタルフィルタにI信号、Q信号の信号を通すことで実現できる。I信号又はQ信号のどちらか一方に、オーバーサンプリング処理を行なう場合は、オーバーサンプリングを施さない側の係数はn番目のみ1とし、後の係数を0とすることで対応できる。送信のオーバーサンプリング数の1/2で受信し、I信号、Q信号の両方に、オーバーサンプリング処理を行なうことでも同様に上記問題を解決できる。

【0110】また、送信のサンプリングレートよりn倍高いサンプリングレートで受信した信号に、オーバーサンプリングを施すことで、オーバーサンプリング時に発生する誤差を軽減することが可能となる。その信号の間引き(2倍で受信した場合は、二つの内の一つのデータを廃棄)することで、精度の高いデータを得ることができ、歪補償特性を送信と同じサンプリングレートで受信した場合に、改善可能である。

(送受信のサンプリングレートが異なる場合(サンプリングレートの比が整数でない場合)) 送受信のサンプリングレートが異なる場合、復調したデータに対応するデータが存在せず、歪補償演算ができなくなる問題がある。この問題はデジタルフィルタ技術を使用することで解決できる。

【0111】まず、受信したデータを必要とするサンプリングレートより高いレートにオーバーサンプリング部202で持ち上げる。この場合は、受信のサンプリングクロックに同期して行なう。次に、データをタイミング調整部へ204送る。その際、送るデータは、FIFO等を利用し、受信のオーバーサンプリングレートで送り出し、タイミング調整部へ204は、Dフリップフロップ等を利用し送信のn倍のサンプリングレートでデータを受け取る。そのデータを制御/演算部200で間引きを行なう(2倍の場合には、1とおきにデータを取り出す)ことで歪補償演算が可能となる。また、タイミング調整部204より受け取ったデータをデジタルローパスフィルタ201に通すことで、サンプリングレートの変換の際に発生する誤差を小さくできる。(受信のサンプリング周波数が、送信のサンプリング周波数より高い場合には、オーバーサンプリング処理を削除でき且つ元のデータ精度が高くなるため歪補償特性が改善できる。)

制御/演算部200で、このサンプリングレートの変換を行なう場合は、同様に送信のサンプリングレートより高いレートにオーバーサンプリングし、そのデータを間引いた後に、デジタルローパスフィルタを通過させることで同様の効果が得られる。例えば、オーバーサンプリング後の受信のサンプリングレートが送信のn倍のサンプリングレートの1.5倍ならば、3つの連続したデータの3個中一つを廃棄し、残り2つのデータを使用し、前述の制御/演算部200の動作と同様な動作を行なうことにより歪補償が可能となる。同様に5/3倍ならば5中2個のデータを廃棄することで実現可能である。

(送受信のクロック系の同期が取れていない場合) 送受信のクロック系の同期が取れていない場合は、コンステレーションがゆっくりと回転することになる。このような場合、送受信間で演算すべきデータのポイントが徐々にずれていくため、歪補償演算の誤差検出が常にばらつき歪補償特性が劣化することになる。

【0112】この問題は、図18のような遅延素子とオーバーサンプリングを用いることで対応可能である。ここで、簡単にするためフィルタ係数を $h_0, \sim h_2$ の3つの回路を持つとする。フィルタ係数を以下に示す。

フィルタ1の係数(h_0, h_1, h_2) = (h_0', h_1', h_2') = (1, 0, 0)

フィルタ2の係数(h_0, h_1, h_2) = (h_0', h_1', h_2') = (0, 1, 0)

フィルタ3の係数(h_0, h_1, h_2) = (h_0', h_1', h_2') = (0, 0, 1)

(h_0', h_1', h_2') = (0, 0, 1)

上記のフィルタは、単に遅延素子としてのみ働くことが分かる。まず、入力されてきたデータ(オーバーサンプリング後のデータ)の0クロスポイント(ベースバンド信号のI信号or Q信号の中心点)を見つけ、送信データの0クロスポイントと比較する。そしてこの0クロスポイントが、受信の0クロスポイントより前であれば、フィルタ1のデータを使用することでデータを1サンプル早めて、送信の0クロスポイントに近づけることができ、逆の場合には、フィルタ3のデータを使用することで、信号の0クロスポイントを近づけることができる。0クロスポイントが一致している場合には、フィルタ2のデータを使用すれば良いことが分かる。(一致させる場合は送信のベースバンド信号に0点があれば0点へ近づけるように働き、0点が無い場合はベースバンド信号の符号の変化点へ近づけるように働く)

この結果をデジタルローパスフィルタを通過させた後に間引きを行なうことにより、歪補償が可能となる。実際にはフィルタの係数を増やし、オーバーサンプリングを同時に行うことも可能である。また遅延時間の異なる複数のフィルタを使用することにより、初期状態での引き込みを速くすることが可能となる。また受信のサンプリングレートが送信のサンプリングレートより十分高い場合は、オーバーサンプリングを省くことができ且つ元のデータ精度が高くなるため、歪補償特性が改善される。

【0113】また既存技術のオフセット自動調整を上記方法と併用することにより、0クロスポイントの検出精度が上がり、歪補償特性を向上させることが可能となる。なお、制御/演算部200は、図19に示すように、補償テーブル301、テーブル更新手段302、誤差量検出手段303、テーブル間差分値検出手段304、デジタルフィルタ305、遅延素子部306、オーバーサンプリング部307、テーブル更新回数検出手段308、未収束テーブル検出手段309及び周波数検出手段310を有する。

【0114】テーブル更新手段302は、送信される信号電力に対応して複数の前記補償テーブルの更新又は切換えを行う。誤差量検出手段303は、送出されるデジタル信号の信号点と帰還信号における対応する信号点との差分である誤差量を検出する。テーブル間差分値検出手段304は、隣接する歪補償テーブル間の差分である差分誤差値を求める。

【0115】デジタルフィルタ305は、デジタル信号に対して種々のフィルタリングを行う。遅延素子部306は、信号を所定時間遅延させる。オーバーサンプリング部307は、入力信号に対して、オーバーサンプリングを行う。

【0116】テーブル更新回数検出手段308は、歪補償テーブルの更新回数を検出する。未収束テーブル検出

手段309は、未収束テーブルを検出する。周波数検出手段310は、シンボル間の移動に伴う周波数を検出する。以上説明したように、本願発明は、次のような効果を奏する。

(1) テーブルの収束速度の違いの補償(その1)
オーバーサンプリング数を大きくすると単位時間当たり
に取得可能なデータサンプル数が多くなり且つ歪補償テ
ーブルの幅を大きく設定することで収束時間を早めるこ
とが可能となる。しかしながら、歪補償テーブルの幅を
大きくすると歪補償特性の劣化をまねくことになる。そ
こで本手段は、歪補償テーブルの幅(同じ電力として扱
う幅)をサンプル時間等により変化させる方法を用い
る。これにより歪補償特性の劣化無く収束時間を早める
ことが可能とした。

(2) テーブルの収束速度の違いの補償(その2)
単位時間当たりのサンプル数が多いポイントは、収束が
進み、単位時間当たりのサンプル数が少ないポイント
は、なかなか収束しない。そこで、ある時間経過した後
サンプル数の多いと思われるポイントのデータを基に低
次の近似式を作り更新の遅いと思われるポイントデー
タを補間する。これにより歪補償テーブルの不連続がな
くなり歪補償テーブルの更新速度の違いにより発生する帯
域外のノイズを無くすることが可能とした。

(3) リニアライザの無線系に周波数特性がある場合の
補償

デジタル変調波の周波数特性はI信号、Q信号のボイ
ントの位相方向及び移動距離より推測できる。変調波の
周波数を推定し周波数毎にテーブルを作ることによりリ
ニアライザの無線系に存在する周波数特性の影響を小さく抑
えることが可能となり、周波数の検出間隔を小さくする
ことでさらに精度を高めることが可能とした。

(4) アンダーサンプリング技術を用いてリニアライザ
の復調系を構成する場合、復調されたI信号、Q信号に
おいてデータのサンプリング時間に時間差が発生し、制
御/演算部内部で持っている理想波形との演算で誤差が
無いにもかかわらず誤差が有るように認識し、その結
果、歪補償特性が劣化する問題がある。この問題は受信
されたI信号、Q信号の両方又は一方に対し制御/演算
部でオーバーサンプリングを施すことで解決した。

【0117】また、送信のサンプリングレートと受信の
サンプリングレートが異なる場合には、バッファに一旦
蓄積し、それからの読みだしレートを調整する等で解決
した。また、送信の変調を行なうローカル信号(ローカ
ル発振周波数)とアンダーサンプリングを行なうA/D
コンバータのサンプリングクロックの同期が取れていな
い場合は、アンダーサンプリングにより復調されたI信
号、Q信号の0クロスポイントを調整することで解決し
た。

【0118】なお、0クロスポイントを調整する理由
は、0クロスポイントは、歪みの影響を受けにくく、更

に、検出し易いからである。

【0119】

【発明の効果】上述の如く本発明によれば、次に述べる
種々の効果を奏することができる。請求項1記載の発明
によれば、テーブル更新手段は、歪補償動作開始直後
に、隣接する複数の前記歪補償テーブルに対して同時に
テーブルの更新を行い、その後、同時に更新する前記歪
補償テーブルの数を段階的に減らし、所定時間後に、所
定の前記歪補償テーブルのみに対して更新を行なうこと
により、歪補償を早く行うことができる。

【0120】請求項2記載の発明によれば、誤差量に
応じ、同時更新する前記歪補償テーブルの数の切り換え
を行うことにより、歪補償を早く行うことができる。請求
項3記載の発明によれば、隣接する正常な収束を行う一
つの前記歪補償テーブルの更新データを、前記更新速度
の遅い又は通常更新されない歪補償テーブルに書き込む
ことにより、歪補償の劣化要因となる未更新の歪補償テ
ーブルを無くすることができる。

【0121】請求項4記載の発明によれば、隣接する歪
補償テーブル間の差分である差分誤差値を求めることに
より、未更新の歪補償テーブルを自動的に検出すること
ができる。請求項5記載の発明によれば、歪補償テー
ブルの更新回数を検出することにより、未更新の歪補償テ
ーブルを自動的に検出することができる。

【0122】請求項6記載の発明によれば、収束速度の
遅い又は通常更新されない前記歪補償テーブルがある場
合、前記テーブル更新手段は、隣接する正常な歪補償テ
ーブルのデータから、低次の近似式を求め、その式より
求めた補間値を、前記更新速度の遅い又は通常更新され
ない歪補償テーブルに書き込むことにより、歪補償の劣
化要因となる未更新の歪補償テーブルを無くすることが
できる。

【0123】請求項7記載の発明によれば、隣接する歪
補償テーブル間の差分である差分誤差値を求めることに
より、未更新の歪補償テーブルを自動的に検出すること
ができる。請求項8記載の発明によれば、歪補償テー
ブルの更新回数を検出することにより、未更新の歪補償テ
ーブルを自動的に検出することができる。

【0124】請求項9記載の発明によれば、送出される
デジタル信号点の信号電力が小さい場合は、差分誤差
値の所定値を小さく設定し、信号電力が大きい場合は、
差分誤差値の所定値を大きく設定することにより、検出
精度を上げることができる。請求項10記載の発明によ
れば、未収束テーブル検出手段は、歪補償テーブルに書
き込まれる更新回数を一定期間毎にリセットすること
により、収束度の遅い又は通常更新されないテーブルの更
新ができなくなるのを防ぐことができる。

【0125】請求項11記載の発明によれば、時分割多
元接続の空きスロット期間に、収束速度の遅い又は通常
更新されない歪補償テーブルの検出を行うことにより、

制御／演算部の負担を軽減することができる。請求項 12～20 記載の発明によれば、位相の変移方向に対応して歪補償テーブルを分割して設け、位相の変移方向に対応した歪補償テーブルに対して、更新を行うことにより、周波数特性による歪補償特性の劣化を改善することができる。

【0126】請求項 21 記載の発明によれば、帰還信号をアンダーサンプリング技術を用いて復調した場合は、帰還信号の同相成分の I 信号と直角成分の Q 信号とが同時に求められないが、I 信号及び Q 信号の少なくとも、一方に、オーバーサンプリングを行うことにより、帰還信号と送信信号の同期を取ることができる。請求項 22 記載の発明によれば、オーバーサンプリングレートは、送信時のサンプリングレートよりも高いサンプリングレートとすることにより、サンプリング時に発生する誤差を小さくすることができる。

【0127】請求項 23 記載の発明によれば、データレート変換回路は、I 信号及び Q 信号データを送信の n (n は 2 以上の整数) 倍オーバーサンプリングのデータレートに変換し、かつディジタルローパスフィルタを通した後にデータの間引きを行なうことにより、データレートの整合を図ることができる。請求項 24 記載の発明によれば、送信出力を復調する際に、送信時のサンプリングレートより高いサンプリングレートでサンプリングして復調することにより、I・Q 信号取得後のオーバーサンプリングを省くことができる。

【0128】また、制御／演算部の負担を軽減し、データの演算誤差を除去することができる。請求項 25 記載の発明によれば、所定間隔おきにデータを間引くことによりデータレート変換を行うことにより、データレートの整合を図ることができる。請求項 26 記載の発明によれば、送信データの 0 クロスポイントと受信データの 0 クロスポイントを複数の前記遅延素子を用いて一致させることにより、送信データと受信データとの間の同期を取ることができる。

【0129】請求項 27 記載の発明によれば、遅延素子は、トランスパサルフィルタの遅延素子であることにより、オーバーサンプリングの機能を付加することができる。請求項 28 記載の発明によれば、送信出力を復調する際に、送信時のサンプリングレートより高いサンプリングレートでサンプリングすることにより、I・Q 信号取得後のオーバーサンプリングを省くことができる。

【0130】また、制御／演算部の負担を軽減し、データの演算誤差を除去することができる。請求項 29 記載の発明によれば、自動オフセット調整機能を併用することにより、0 クロスポイントの検出精度を高めることができる。請求項 30～58 記載の発明によれば、請求項 1～29 に記載したエンベロープ検出型リニアライザ装置に適した歪み補償更新方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】従来の送信装置の歪み補償回路例である。

【図 2】送信信号と帰還信号の関係を説明するための図 (その 1) である。

【図 3】送信信号のコンスタレーションである。

【図 4】送信信号と帰還信号の関係を説明するための図 (その 2) である。

【図 5】本発明の送信装置の歪み補償回路例である。

【図 6】補償テーブルの例 (その 1) である。

【図 7】補償テーブルの例 (その 1) の処理フローである。

【図 8】歪補償テーブルを説明するための図である。

【図 9】更新されにくいポイントを自動的に検出する処理フロー (その 1) である。

【図 10】更新されにくいポイントを自動的に検出する処理フロー (その 2) である。

【図 11】ディジタル変調波の周波数特性を説明するための図である。

【図 12】補償テーブルの例 (その 2) である。

【図 13】QPSK のコンスタレーションである。

【図 14】16 QAM シンボル点を説明するための図である。

【図 15】I、Q データを用いて周波数を検出する処理フローである。

【図 16】オーバーサンプリング処理を行った場合の図である。

【図 17】アンダーサンプリング技術を用いた、本発明の送信装置の歪み補償回路例である。

【図 18】オーバーサンプリングを実現するための回路構成例である。

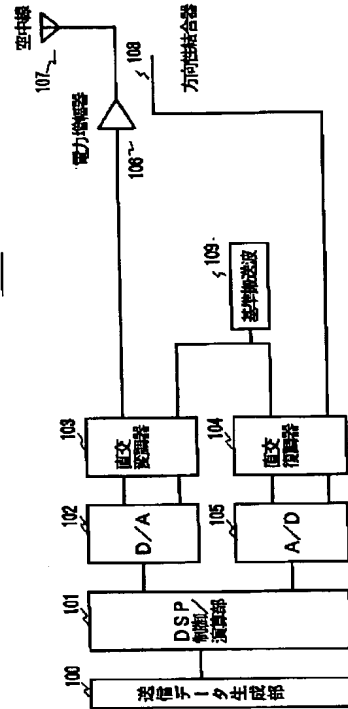
【図 19】制御／演算部に含まれる手段を説明するための図である。

【符号の説明】

100	送信データ生成部
101、200、300	制御／演算部
102	ディジタル・アナログ変換器
103	直交変調器
104	直交復調器
105	アナログ・ディジタル変換器
106	電力増幅器
107	アンテナ
108	方向性結合器
109	基準搬送波
201、305	ディジタルフィルタ
202、307	オーバーサンプリング部
301	補償テーブル
302	テーブル更新手段
303	誤差量検出手段
304	テーブル間差分値検出手段
306	遅延素子部
308	テーブル更新回数検出手段

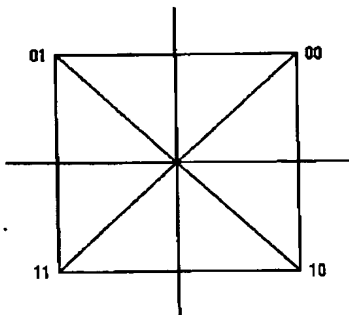
【図1】

従来の送信装置の歪み補償回路例



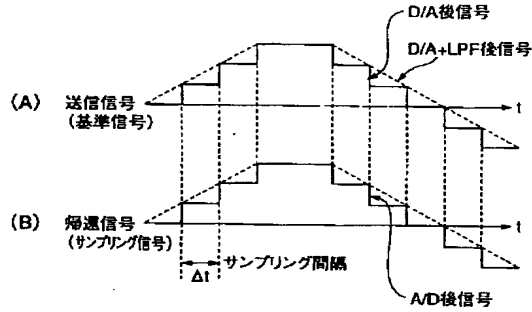
【図13】

QPSKのコンスタレーション



【図2】

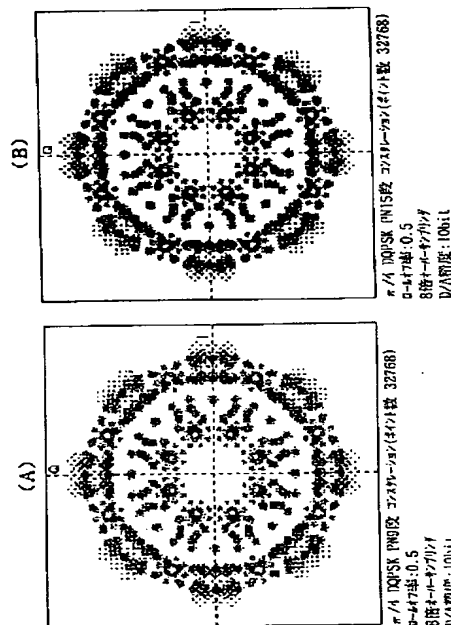
送信信号と帰還信号の関係を説明するための図(その1)



※図は歪の無い場合で且つA/D等の遅延は補正されている場合

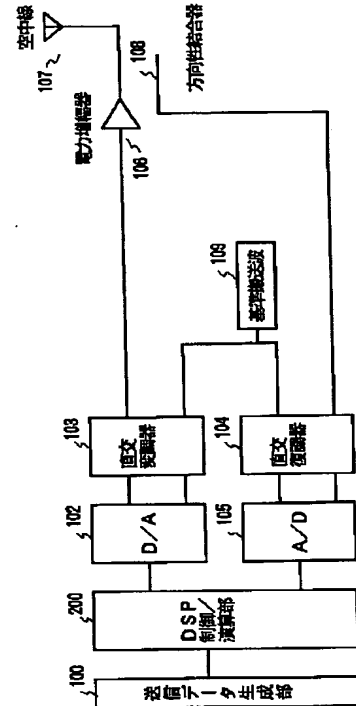
【図3】

送信信号のコンスタレーション



【図5】

本発明の送信装置の歪み補償回路例



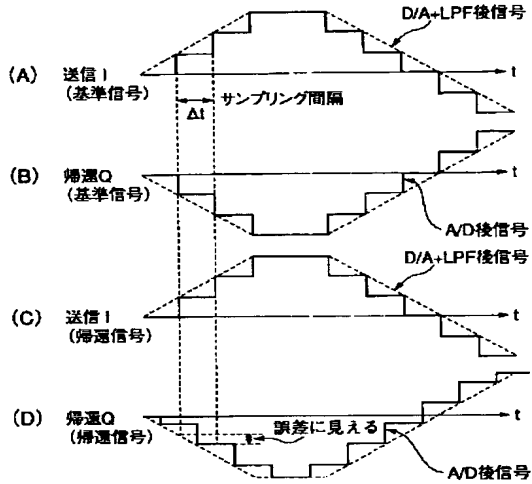
【図6】

補償テーブルの例(その1)

電力値	振幅補償値	位相補償値
テーブル(1): (+AdB~-BdB)	$\Delta r(1)$	$\Delta \theta(1)$
テーブル(2): (+BdB~-CdB)	$\Delta r(2)$	$\Delta \theta(2)$
テーブル(K): (+OdB~-MdB)	$\Delta r(K)$	$\Delta \theta(K)$
テーブル(N-2): (-UdB~-VdB)	$\Delta r(N-2)$	$\Delta \theta(N-2)$
テーブル(N-1): (-WdB~-XdB)	$\Delta r(N-1)$	$\Delta \theta(N-1)$
テーブル(N): (-YdB~-ZdB)	$\Delta r(N)$	$\Delta \theta(N)$

【図4】

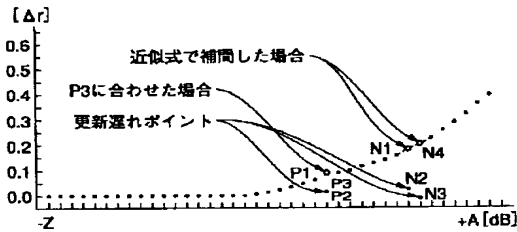
送信信号と帰還信号の関係を説明するための図（その2）



※図は歪の無い場合で且つA/D等の遅延は補正されている場合

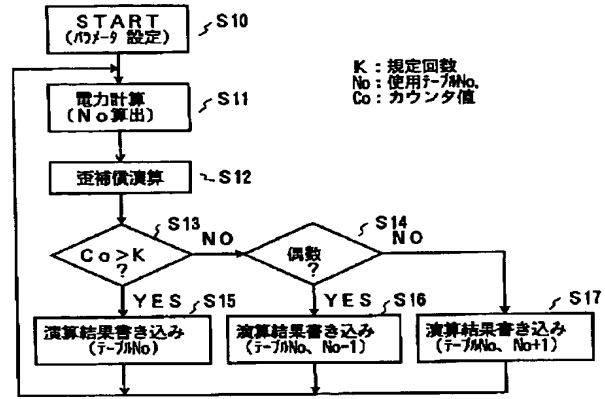
【図8】

歪補償テーブルを説明するための図



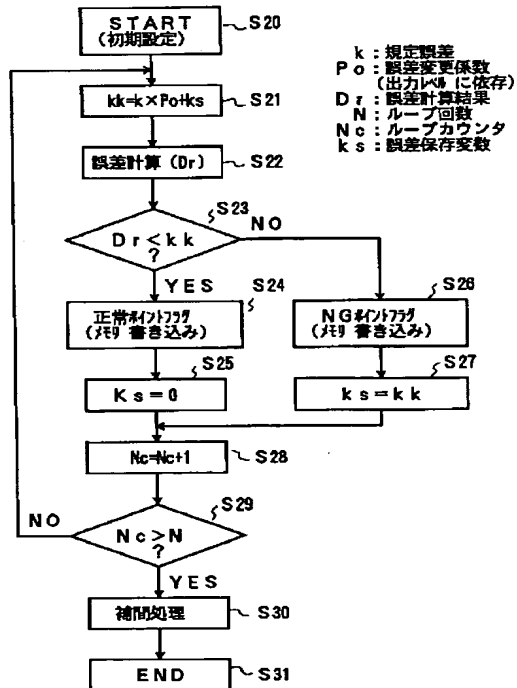
【図7】

補償テーブルの例（その1）の処理フロー



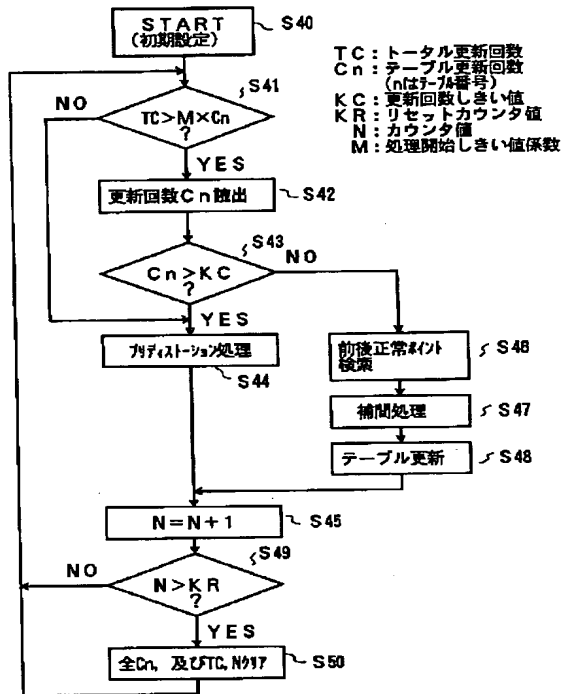
【図9】

更新されにくいポイントを自動的に検出する処理フロー（その1）



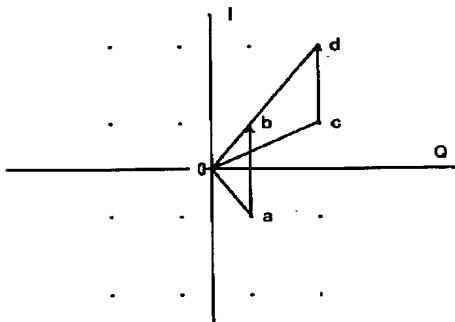
【図10】

更新されにくいポイントを自動的に検出する処理フロー（その2）



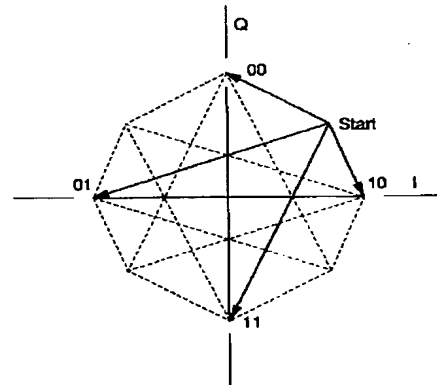
【図14】

16 QAMシンボル点を説明するための図



【図11】

デジタル変調波の周波数特性を説明するための図



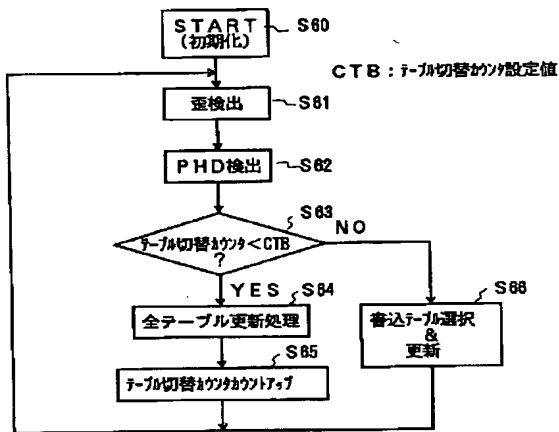
【図12】

補償テーブルの例（その2）

電力値	-A[n/2]~	-B[n/2]-0	0~C[n/2]	~D[n/2]
テーブル(1)	$\Delta r(1), \Delta \theta(1)$	$\Delta r(1), \Delta \theta(1)$	$\Delta r(1), \Delta \theta(1)$	$\Delta r(1), \Delta \theta(1)$
テーブル(2)	$\Delta r(2), \Delta \theta(2)$	$\Delta r(2), \Delta \theta(2)$	$\Delta r(2), \Delta \theta(2)$	$\Delta r(2), \Delta \theta(2)$
テーブル(K)	$\Delta r(K), \Delta \theta(K)$	$\Delta r(K), \Delta \theta(K)$	$\Delta r(K), \Delta \theta(K)$	$\Delta r(K), \Delta \theta(K)$
テーブル(N-2)	$\Delta r(N-2), \Delta \theta(N-2)$	$\Delta r(N-2), \Delta \theta(N-2)$	$\Delta r(N-2), \Delta \theta(N-2)$	$\Delta r(N-2), \Delta \theta(N-2)$
テーブル(N-1)	$\Delta r(N-1), \Delta \theta(N-1)$	$\Delta r(N-1), \Delta \theta(N-1)$	$\Delta r(N-1), \Delta \theta(N-1)$	$\Delta r(N-1), \Delta \theta(N-1)$
テーブル(N)	$\Delta r(N), \Delta \theta(N)$	$\Delta r(N), \Delta \theta(N)$	$\Delta r(N), \Delta \theta(N)$	$\Delta r(N), \Delta \theta(N)$

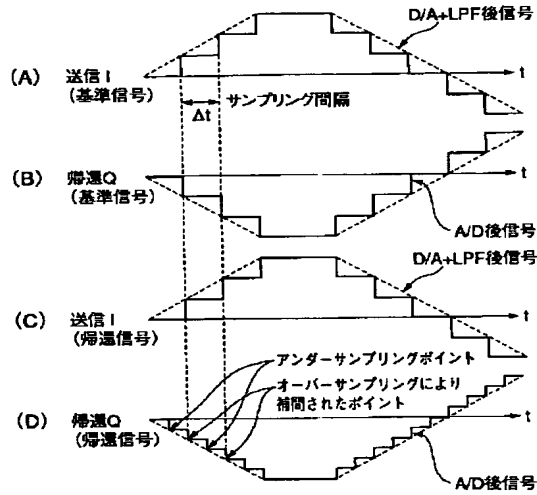
【図15】

I、Qデータを用いて周波数を検出する処理フロー



【図16】

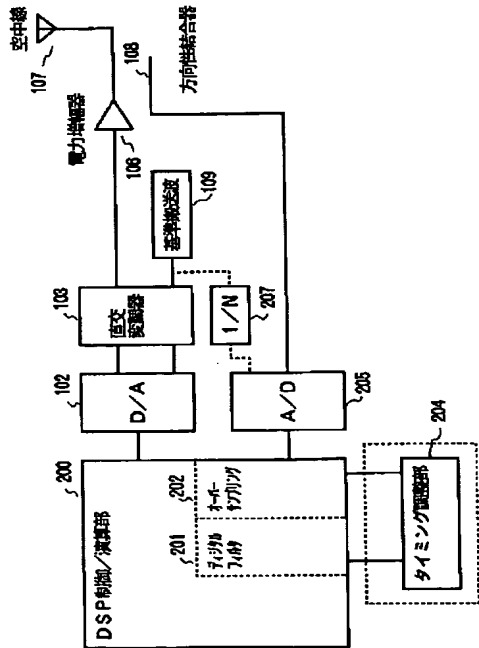
オーバーサンプリング処理を行った場合の図



※図は歪の無い場合で且つA/D等の遅延は補正されている場合

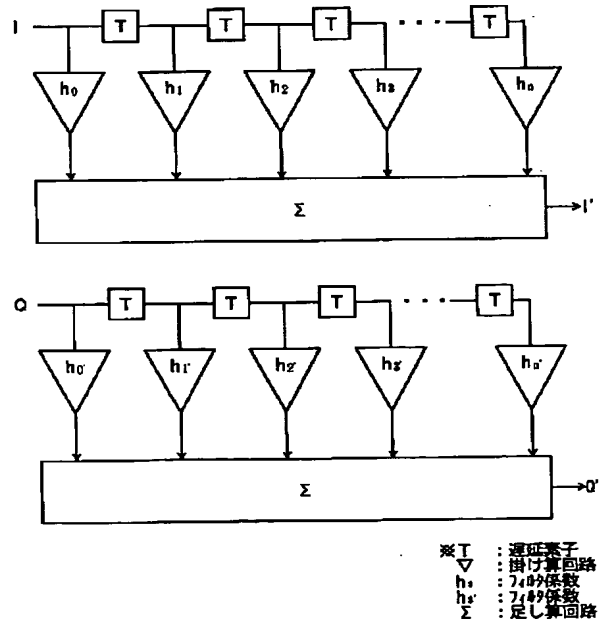
【図17】

アンダーサンプリング技術を用いた、本発明の送信装置の歪み補償回路例



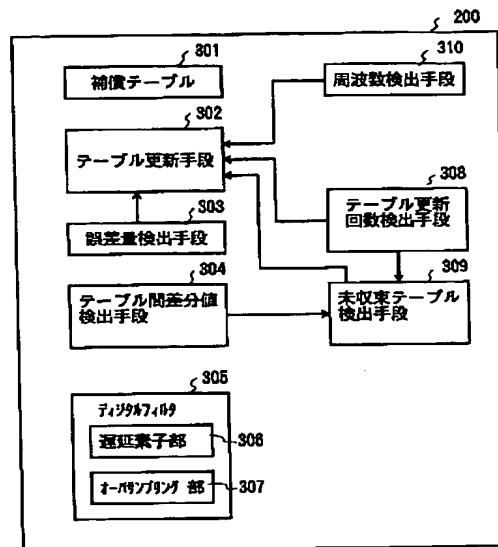
【図18】

オーバーサンプリングを実現するための回路構成図



【図19】

制御/演算部に含まれる手段を説明するための図



フロントページの続き

(72)発明者 高田 興志
 福岡県福岡市博多区博多駅前三丁目22番8
 号 富士通九州ディジタル・テクノロジー株
 式会社内

F ターム(参考) 5K004 AA05 FE10 FF05
 5K046 AA05 EE02 EE06 EE10 EE16
 EE37 EE52 EE55 EF13 EF19
 EF23
 5K066 AA05 AA06 BB04 CC02 DD02
 EE24 EE52 HH01 JJ15 JJ21